

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Отделение контроля и диагностики

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Управление производственной безопасностью в технологическом процессе подготовки нефти</b>

УДК 658.345:665.6.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Мантина Анастасия Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	к.т.н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна	к.филос.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов В.А.	д.ф.-м.н.		

Томск – 2019 г

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>Профессиональные компетенции</b>		
P1	Использовать на основе глубоких и принципиальных знаний необходимое оборудование, инструменты, технологии, методы и средства обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ПК3–7; ОПК-1–3, 5; ОК4–6) <sup>1</sup> , Критерий 5 АИОР <sup>2</sup> (пп.5.2.1, 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEAN
P2	Проводить инновационные инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения	Требования ФГОС (ПК8–13; ОПК-1–3, 5; ОК4, 9, 10, 11, 12), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P3	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности	Требования ФГОС (ПК-4, 6, 14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 7, 8), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5, 5.3.1–2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 20.04.01 – Техносферная безопасность).

<sup>2</sup> Критерии АИОР (Ассоциации инженерного образования России) согласованы с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

P4	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности, анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности	Требования ФГОС (ПК-2, 19, 21, 22; ОПК-1–5; ОК-2), Критерий 5 АИОР (п.5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P5	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	Требования ФГОС (ПК20, 23–25; ОПК-1–3, 5), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5–6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
<b>Универсальные компетенции</b>		
P6	Работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов инновационной инженерной деятельности с использованием иностранного языка	Требования ФГОС (ОК-5, 6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P7	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам, понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1-3, 5, 8, 11, 12, ОПК 1-4, ПК-18), Критерий 5 АИОР (пп.5.3.3–6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
20.04.01 Техносферная безопасность  
\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) В.А.Перминов  
(Ф.И.О.)

## ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ71	Мантиной Анастасии Юрьевне

Тема работы:

Управление производственной безопасностью в технологическом процессе подготовки нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№10395/с от 26.11.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.06.2019
--	-----------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является безопасность технологического процесса на площадке подготовки нефти
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Обзор литературы; Расчет зон действия ударной волны при сценариях со взрывом и зон действия интенсивности теплового излучения при сценариях с горением пролива; Оценка вероятности поражения людей и зданий; Оценка риска пожароопасных ЧС на площадке подготовки нефти; Разработка комплексных решений по повышению производственной безопасности процесса подготовки нефти
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Социальная ответственность</b>	Гуляев Милий Всеволодович
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Фадеева Вера Николаевна
<b>Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке</b>	Ажель Юлия Петровна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Литературный обзор	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	4.02.2019 г
---	-------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	к.т.н		4.02.2019 г

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Мантлина Анастасия Юрьевна		4.02.2019 г

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки (специальность) 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
 Уровень образования магистратура  
 Отделение контроля и диагностики  
 Период выполнения (весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.06.2019
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11.03.2019 г.	Написание Введения	20
25.03.2019 г.	Разработка раздела «Обзор литературы»	10
08.04.2019 г.	Сбор сведений и разработка раздела «Практическая часть»	25
22.04.2019 г.	Разработка раздела магистерской диссертации на иностранном языке	15
10.05.2019 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
27.05.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	к.т.н		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОКД ИШНКБ ТПУ	Перминов Валерий Афанасьевич	д.ф.-м.н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ71	Мантиной Анастасии Юрьевне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Данные о стоимости материальных затрат, тарифах заработной платы исполнителей, коэффициенты для расчета заработных плат исполнителей, для расчета отчислений на социальные нужды, премиальные, районные.
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Данные о затратах для расчета риска на объекте исследования по Методике определения расчетных величин пожарного риска (Приказ 404 МЧС России от 10.07.2009 г)

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, анализ конкурентных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
2. Временные показатели проведения научного исследования
3. График проведения НИ
4. Материальные затраты
5. Расчет основной заработной платы
6. Отчисления во внебюджетные фонды
7. Бюджет НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Мантина Анастасия Юрьевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ЕМ71	Мантиной Анастасии Юрьевне

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является рабочая зона оператора технологических установок подготовки нефти в насосном блоке.
---	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. <b>Производственная безопасность</b> 2.1. Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. 2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы : <ul style="list-style-type: none"> <li>– неудовлетворительное состояние воздушной среды (химический фактор);</li> <li>– повышенный уровень вибрации;</li> <li>– неудовлетворительный микроклимат;</li> <li>– повышенный уровень шума;</li> <li>– неудовлетворительное освещение;</li> <li>– тяжесть трудового процесса;</li> <li>– поражение электрическим током;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> </ul>
3. <b>Экологическая безопасность</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу, атмосферу, гидросферу;</li> <li>– решение по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
4. <b>Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий;</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--



**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Мантина Анастасия Юрьевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Управление производственной безопасностью путем исключения критического сочетания факторов риска» состоит из текстового документа, выполненного на 127 с. Текстовый документ содержит 4 рис., 50 табл., 29 источников, 5 прил.

Ключевые слова: установка подготовки нефти, производственная безопасность, риск чрезвычайной ситуации, опасная производственная ситуация.

Объектом исследования является: производственная безопасность на площадке установки подготовки нефти.

Цель работы – разработка схемы управления производственным риском на опасном производственном объекте, с учетом закономерностей формирования опасных производственных ситуаций (на примере участка предварительной подготовки нефти).

В процессе исследования проводились изучение литературы по данной теме, расчет риска ЧС на площадке подготовки нефти.

В результате исследования рассчитано значения индивидуального риска гибели работника объекта в результате ЧС.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: объект 1 класса опасности, количество персонала – 20 человек, 6 потенциально опасных производственных площадок.

Степень внедрения: в разработке.

Область применения: все предприятий по добыче и подготовке нефти.

Экономическая эффективность/значимость работы: снижение затрат на локализацию и ликвидацию аварии, повышение безопасности труда и технологического процесса подготовки нефти.

В будущем планируется продолжить работу по изучению методов управления производственной безопасностью

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ОПО – опасный производственный объект.

НГД – нефтегазодобыча.

УПН – установка подготовки нефти.

БДР – блок дозирования реагента.

ТВС – топливно-воздушная смесь.

ВУВ – воздушная ударная волна.

СИКН – система измерения качества и количества нефти.

СТУ – специальные технические условия.

СОУЭ – система оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией в здании.

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

ППР –планово-предупредительный ремонт.

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

ПМЛА – план мероприятий по ликвидации аварии.

НСЖ – нефтесодержащая жидкость.

ПТБ – производственно-технологическая база.

ППУ – паропроизводящая установка.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

ПП – пожарный павильон.

КЗ УПН – камера задвижек УПН.

ЭКМ – электроконтактный манометр.

ПУЭ – правила устройства электроустановок.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	15
1. Обзор литературы.....	18
1.1. Применение оценки риска ЧС в документах, требующих всесторонней оценки безопасности ОПО .....	18
1.2. Описание площадки подготовки нефти как объекта оценки риска ЧС	20
1.3. Опасные производственные ситуации, возникающие на площадке подготовки нефти .....	22
1.4. Методология оценки безопасности технологического процесса подготовки нефти .....	23
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	31
2.1. Оценка риска ЧС на территории площадки подготовки нефти	31
2.1.1. Сценарии развития аварии на участке подготовки нефти .....	31
2.1.2. Результаты расчета зон действия поражающих факторов на блоках объекта.....	35
2.1.3. Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара, взрыва на людей для описанных сценариев развития ЧС на территории объекта.	40
2.1.3.1. Определение вероятности поражения волной давления .....	40
2.1.3.2. Оценка вероятности поражения человека тепловым излучением	41
2.1.5. Расчет потенциального риска на площадке подготовки нефти	45
2.1.6. Результаты оценки индивидуального риска на площадке подготовки нефти .....	46

2.2.	Оценка пожарного риска в здании диспетчерской.....	49
2.2.1.	Расчет потенциального риска в здании диспетчерской .....	49
2.2.1.1.	Исходные данные .....	49
2.2.1.2.	Определение вклада потенциального риска для операторной 51	
2.2.1.3.	Определение вклада потенциального риска для гардеробной 52	
2.2.1.4.	Определение вклада потенциального риска для сценария комнаты мастера.....	53
2.2.1.5.	Определение вклада потенциального риска для комнаты приема пищи 54	
2.2.2.	Индивидуальный риск в здании диспетчерской .....	56
2.3.	Вывод о соответствии значения индивидуального риска работника УПН требованиям пожарной безопасности.....	57
2.4.	Комплекс мероприятий по повышению безопасности объекта 58	
2.4.1.	Решения по исключению разгерметизации оборудования, трубопроводов и предупреждению аварийных выбросов опасных веществ 58	
2.4.2.	Противопожарные технические решения .....	59
2.4.3.	Защита от электрического тока.....	60
2.4.4.	Молниезащита .....	61
3.	РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» .....	63
4.	РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	85
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ.....	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	104
ПРИЛОЖЕНИЕ А. РАЗДЕЛ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫПОЛНЕННЫЙ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ .....	107
Приложение Б. Перечень факторов и возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий на объекте .....	118
Приложение В. результаты расчета количества опасных веществ, участвующих в аварии, в образовании поражающих факторов аварии.....	119
Приложение Г. расчет времени блокирования эвакуационных путей в здании диспетчерской.....	120
Приложение Д. Зоны разрушения в технологических блоках площадки подготовки нефти .....	121

## ВВЕДЕНИЕ

Нефтяная и газовая промышленность, несмотря на развитие в мире современных технологий альтернативной энергии, позволяющих активно использовать инновационные энергоресурсы, остается главенствующей составляющей бесперебойной работы заводов и предприятий. Без углеводородов невозможно существование мировой энергосистемы. На основе нефти производится автомобильное топливо, которое используется в автомобилях разных марок и моделей, самолетах и пароходах.

В современном мире значение техногенных рисков на объектах нефтегазодобывающего комплекса постоянно увеличивается. Кроме того, последствия аварий остаются одними из самых тяжелых в промышленности России и по социальному, и по материальному показателю – затраты на восстановление производственных фондов повышаются, возможные потери среди персонала остаются высокими, наносится непоправимый ущерб окружающей среде.

**Актуальность исследования** состоит в том, что ключевой задачей нефтегазодобывающей отрасли является безопасность добычи нефти и газа. Безопасность объектов нефтегазодобычи регулируется комплексом нормативов, стандартов и других регламентов федерального, регионального и отраслевого значения. Объекты добычи и подготовки нефти относятся к опасным производственным объектам, согласно федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», для которых необходимо проводить особые процедуры – экспертизу промышленной безопасности, декларирование промышленной безопасности, страхование гражданской ответственности, а в случаях вынужденного отступления от требований промышленной безопасности – обоснование промышленной безопасности и/или подготавливать специальные технические условия.

В 2017 году на объектах нефтегазодобывающей промышленности произошло 16 аварий, что в 2 раза больше количества аварий, произошедших в 2016 году (8 аварий)» [2].

Современным подходом в обеспечении производственной безопасности является использование методологии анализа риска, которая позволяет ранжировать опасности технологического процесса и принимать решения о снижении степени опасности производства на основе сравнения с величиной допустимого риска.

Для проведения количественной оценки риска для объектов нефтегазодобычи применяется приказ №404 МЧС России [1]. Этот документ устанавливает требования проведению количественной оценки риска пожароопасных ЧС для опасных производственных объектов.

**Объектом исследования является** – безопасность технологического процесса подготовки нефти.

**Предмет исследования** – пожарный риск на площадке подготовки нефти на Лугинецком месторождении.

**Целью магистерской диссертации** является разработка инженерно-технических мероприятий по снижению производственного риска на опасном производственном объекте, с учетом появления опасных факторов аварии при ЧС (на примере участка предварительной подготовки нефти).

**Для достижения поставленной цели в работе были поставлены следующие задачи:**

1. Описание объекта исследования, для которого будет применена разработанная система управления.
2. Изучение и анализ ситуаций, возникающих на объекте исследования, которые приводят к возникновению ЧС.



3. Оценка риска с помощью методики оценки определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.
4. Разработка комплекса инженерно-технических мероприятий, направленных на снижение значения индивидуального риска на площадке подготовки нефти.

**Научная значимость результатов ВКР** состоит в исследовании безопасности технологического процесса вновь проектируемой установки подготовки нефти на *Лугинецком месторождении* и риска пожароопасных ЧС.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Применение оценки риска ЧС в документах, требующих всесторонней оценки безопасности ОПО

Анализ риска аварий является составной частью управления промышленной безопасностью и предполагает получение количественных оценок потенциальной опасности объекта. Под риском аварии понимают «меру опасности, характеризующую возможность возникновения аварии на ОПО и тяжесть ее последствий» [9].

Количественные показатели риска, оцениваемые в данной работе для площадки подготовки нефти:

Индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварии.

Потенциальный риск – пространственное распределение частоты реализации негативного воздействия определенного уровня.

Результаты анализа риска необходимы для составления документов, затрагивающих мероприятия по обеспечению безопасности на опасных производственных объектах: декларации промышленной безопасности, обоснования промышленной безопасности и специальных технических условий.

#### **Применение декларации промышленной безопасности**

Декларация промышленной безопасности согласно п.2 ст.14 Федерального закона от 21.07.97 N 116-ФЗ является обязательным документом для разработки для всех ОПО, относящихся к 1 и 2 классу опасности. Она создается по требованиям Федерального закона № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (с изменениями) и РД-03-14-2005 "Порядок оформления декларации

промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений" (с изменениями).

Назначение декларации промышленной безопасности: «выявить перечень наиболее опасных составляющих и/или производственных участков декларируемого объекта, определить показатели риска аварий для них, выяснить наиболее значимые факторы, влияющие на показатели риска, провести обобщенную оценку обеспечения промышленной безопасности и достаточности мер по предупреждению аварий на декларируемом объекте, сформировать перечень основных мер, направленных на уменьшение риска аварий» [6].

### **Применение обоснования промышленной безопасности**

Обоснование промышленной безопасности создается в соответствии с п.4 статьи 3 Федерального закона №116 от 21.07.2015 [3] «для случаев отступления от требований промышленной безопасности, установленных федеральными нормами и правилами установленных федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности, таких требований недостаточно и (или) они не установлены, лицом, осуществляющим подготовку проектной документации на строительство, реконструкцию опасного производственного объекта, могут быть установлены требования промышленной безопасности к его эксплуатации, капитальному ремонту, консервации и ликвидации в обосновании безопасности опасного производственного объекта.» Обоснование промышленной безопасности – это документ, оформленный в соответствии с приказом от 15 июля 2013 года N 306 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта"» [6]. Как и декларация промышленной безопасности включает в себя результаты анализа риска и анализа полноты мер безопасности на объекте.

### **Применение специальных технических условий**

В соответствии с техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений (ФЗ от 30.12.2009 N 384) «Правительство Российской Федерации утверждает перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента» [7].

Таким образом, специальные технические условия разрабатываются при отступлении от требований стандартов, которые установлены особым перечнем Правительства РФ и обеспечивают выполнение требований ФЗ от 30.12.2009 N 384, либо, когда требования безопасности не установлены. В этом случае, подготовка проектной документации осуществляется согласно требованиям СТУ.

Применительно к опасным производственным объектам в сфере добычи и переработки нефти СТУ применяются как особые технические требования, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". В этом случае в СТУ включаются перечень отступлений от требований промышленной безопасности и перечень мер, компенсирующих отступление от требований промышленной безопасности.

## **1.2. Описание площадки подготовки нефти как объекта оценки риска ЧС**

Целью промысловой подготовки нефти является ее дегазация, обезвоживание, обессоливание и стабилизация. Процессы очистки сырой нефти на промысле осуществляется на установках подготовки нефти (УПН) и установках комплексной подготовки нефти (УКПН).

Установка подготовки нефти (УПН) предназначена для приема продукции нефтяных скважин, ее предварительного разделения на нефть,

попутный нефтяной газ и пластовую воду и последующей подготовки нефти до товарного качества. Кроме того, на УПН происходит учет товарной нефти, учет и утилизация попутного газа, откачка товарной нефти в трубопровод. Блочные автоматизированные установки по подготовке нефти предназначена для эффективного нагрева, обезвоживания и обессоливания нефтяных эмульсий и подготовки товарной нефти.

В состав установки подготовки нефти входят:

1. Технологическая площадка, включающая:

- Узел подключения;
- Блок сепарации I ступени с газовыми сепараторами;
- Блок отстоя нефти;
- Блок сепарации II ступени;
- Блок печей;
- Узел учета нефти;
- Узел учета газа;
- Блоки реагентного хозяйства;
- Буферные емкости;
- Дренажные емкости;
- Технологические трубопроводы.

2. Площадка резервуарного парка с насосными, включающая:

- Блоки технологических резервуаров;
- Насосные внутренней перекачки нефти №№1,2;
- Насосные внешней перекачки.

3. Блок факельного хозяйства.

4. Узел регуляторов давления.

5. Дожимная компрессорная станция.

Согласно приложению 1 Федерального закона РФ №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. площадка УПН относится к категории опасного производственного объекта (ОПО) в связи с тем, что в технологическом процессе обращаются воспламеняющиеся вещества (нефтяной газ), горючие вещества (нефть, конденсат газовый, деэмульгатор, депрессорная присадка, масло), а также используются горючие жидкости, находящихся на товарно-сырьевых складах и базах (деэмульгатор, масло, бензин, дизельное топливо, ацетон) [3].

### **1.3. Опасные производственные ситуации, возникающие на площадке подготовки нефти**

Анализ аварий показывает, что на похожих объектах возможны аварии, сопровождающиеся взрывами, пожарами, загрязнением территории, распространением токсических продуктов горения в атмосфере. Основными поражающими факторами в случае аварий являются тепловое излучение, открытое пламя, ударная волна и осколки разрушенного оборудования, интоксикация персонала продуктами сгорания нефти.

Причины возникновения аварий условно можно объединить в три группы:

1. Разрушение (разгерметизация) технологического оборудования, трубопроводов и арматуры и отказы систем противоаварийной защиты объекта.
2. Ошибки, запаздывание, бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала.
3. Внешние воздействия природного и техногенного характера.

Перечень факторов и возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий на составляющих участка предварительной подготовки нефти приведен в Приложении Б.

#### **1.4.Методология оценки безопасности технологического процесса подготовки нефти**

В данной работе проводится анализ риска пожароопасных ЧС на площадке подготовки нефти, которая относится к ОПО 1 класса опасности. Согласно Методике анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи, «общая процедура анализа риска аварий на ОПО НГД включает: планирование и организацию работ на ОПО НГД, идентификацию опасностей, оценку риска аварий на ОПО НГД, определение степени опасности ОПО НГД и (или) их участков, разработку рекомендаций по уменьшению рисков аварий на ОПО НГД» [8].

На различных стадиях жизненного цикла ОПО основная цель анализа риска аварий достигается постановкой и решением соответствующих задач в зависимости от необходимой полноты анализа опасностей аварий, которая определяется условиями разработки декларации промышленной безопасности, специальных технических условий, обоснования безопасности ОПО, отчета о количественной оценке риска аварий и иных документов, использующих результаты анализа риска аварий.

На стадии обоснования инвестиций, проектирования, подготовки технической документации или размещения ОПО рекомендуется решать следующие задачи анализа риска аварий:

- проведение идентификации опасностей аварий и качественной и (или) количественной оценки риска аварий с учетом воздействия поражающих факторов аварии на персонал, население, имущество и окружающую среду;
- обоснование оптимальных вариантов применения технических и технологических решений, размещения технических устройств, зданий и сооружений, составных частей и самого ОПО с учетом расположения близлежащих объектов производственной и транспортной

инфраструктуры, особенностей окружающей местности, а также территориальных зон (охранных, санитарно-защитных, жилых, общественно-деловых, рекреационных);

- использование сведений об опасностях аварий при разработке стандартов предприятия, инструкций, технологических регламентов и планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО;
- определение степени опасности аварий для выбора наиболее безопасных проектных решений;
- обоснование, корректировка и модернизация организационных и технических мер безопасности;
- разработка обоснованных рекомендаций по снижению риска аварий на ОПО и (или) его составных частях.

На стадиях ввода в эксплуатацию, консервации или ликвидации ОПО рекомендуется решать следующие задачи анализа риска аварии:

- уточнение идентификации опасностей аварий с оценкой вероятности и возможных последствий аварии, актуализация полученных ранее качественных или количественных оценок риска аварий;
- уточнение степени опасности аварий и оценка достаточности специальных мер по снижению риска аварий в переходный период.

На стадиях эксплуатации, реконструкции или технического перевооружения ОПО рекомендуется решать следующие задачи анализа риска аварии:

- уточнение и актуализация данных об основных опасностях аварий, в том числе, сведений, представленных в декларации промышленной безопасности ОПО, сведений об оценке максимального возможного количества потерпевших для целей страхования ответственности;



технических данных и организационной информации по обследованию технического состояния объекта;

- определение и контроль частоты и периодичности диагностирования технических устройств, зданий и сооружений на ОПО, в том числе методами неразрушающего контроля;
- проведение мониторинга степени аварийной опасности и оценки эффективности мер по снижению риска аварий на ОПО, в том числе для оценки эффективности систем управления промышленной безопасностью;
- разработка рекомендаций по обеспечению безопасности и, при необходимости, корректировке мер по снижению риска аварий;
- совершенствование инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию, планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО.

### ***Идентификация опасностей***

Основные задачи этапа идентификации опасностей – выявление и четкое описание всех источников опасностей и сценариев их реализации.

На этапе идентификации опасностей аварий рекомендуется:

- определить источники возникновения возможных инцидентов и аварий, связанных с разрушением сооружений и (или) технических устройств на ОПО, неконтролируемыми выбросами и (или) взрывами опасных веществ;
- провести разделение ОПО на составные части (составляющие ОПО) при необходимости проведения анализа риска аварий на них; выделить характерные причины возникновения аварий на ОПО или его составных частях;

- определить основные (типовые) сценарии аварий с их предварительной оценкой и ранжированием с учетом последствий и вероятности, при этом рассмотреть инициирующие и последующие события, приводящие к возможному возникновению поражающих факторов аварий.

На этапе идентификации опасностей могут быть даны предварительные рекомендации по уменьшению опасностей аварий с оценкой их достаточности либо выводы о проведении более детального анализа опасностей и оценки риска аварий.

### ***Оценка риска***

На этапе оценки риска аварий в зависимости от поставленных задач могут применяться методы количественной оценки риска аварий (являющиеся приоритетными), методы качественной оценки риска аварий, или их возможные сочетания (полуколичественная оценка риска аварий). Рекомендуется последовательно осуществить качественную и (или) количественную оценку:

- возможности возникновения и развития инцидентов и аварий;
- тяжести последствий и (или) ущерба от возможных инцидентов и аварий;
- опасности аварии и связанной с ней угрозы в значениях показателей риска.

Для оценки частоты инициирующих и последующих событий в анализируемых сценариях аварий рекомендуется использовать:

1. статистические данные по аварийности, по надежности технических устройств и технологических систем, соответствующие отраслевой специфике ОПО или виду производственной деятельности;

2. логико-графические методы «Анализ деревьев событий», «Анализ деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий на ОПО;
3. экспертные специальные знания в области аварийности и травматизма на ОПО в различных отраслях промышленности, энергетики и транспорта.

Оценка последствий и ущерба от возможных аварий включает описание и определение размеров возможных воздействий на людей, имущество и (или) окружающую среду. При этом оценивают физические эффекты аварийных событий (разрушение технических устройств, зданий, сооружений, пожары, взрывы, выбросы токсичных веществ); уточняют объекты, которые могут подвергнуться воздействиям поражающих факторов аварий; используют соответствующие модели аварийных процессов совместно с критериями поражения человека и групп людей, а также критерии разрушения технических устройств, зданий и сооружений.

Результаты оценки риска аварий могут содержать качественные и (или) количественные характеристики основных опасностей возникновения, развития и последствий аварий, при этом рекомендуется проводить анализ неопределенности и достоверности полученных результатов, в том числе влияния исходных данных на рассчитываемые показатели риска.

В необходимых случаях в зависимости от поставленных задач анализ риска аварий может исчерпываться только получением отдельных показателей риска на ОПО и (или) его составных частях.

С целью сравнения и полноты оценки опасности среди всего разнообразия рассмотренных сценариев рекомендуется привести результаты расчета для сценариев:

- аварий с наиболее тяжелыми последствиями – как наиболее неблагоприятного варианта развития аварии (как правило, наименее

вероятного) и наиболее опасного по последствиям аварийного воздействия. Такие сценарии характеризуются, например, полным разрушением единичной емкости или резервуара (или группы резервуаров) с максимальным выбросом опасного вещества, несвоевременными действиями персонала по локализации аварии и неблагоприятными топографическими и метеоусловиями для распространения опасных веществ;

- наиболее вероятных (типичных) аварий – вариантов развития аварии с менее тяжелыми последствиями, но более вероятными условиями развития аварии, а также тех сценариев аварий, которые наиболее полно характеризуют имеющиеся опасности и специфику объекта. Такие сценарии связаны, например, с частичным разрушением емкостного оборудования или трубопроводов с утечкой опасных веществ из отверстий диаметром от 10 до 30 мм, с выбросом и распространением опасных веществ при метеоусловиях, наиболее вероятных для данной местности.

### ***Установление степени опасности аварий на ОПО***

На этапе установления степени опасности аварий на ОПО рекомендуется проводить сопоставительные сравнения значений полученных показателей опасности и оценок риска аварии с:

- допустимым риском аварии и (или) уровнем, обоснованным на этапе планирования и организации анализа риска аварий;
- значениями риска аварии на других составных частях ОПО;
- фоновым риском аварии для данного типа ОПО или аналогичных ОПО, с фоновым риском гибели людей в техногенных происшествиях;
- значениями риска аварии, полученными с учетом фактических отступлений от требований промышленной безопасности и

возможного и фактического внедрения компенсирующих мероприятий.

- Установление степени опасности аварий на ОПО и определение наиболее опасных составных частей ОПО рекомендуется использовать для разработки обоснованных рекомендаций по снижению риска аварии на ОПО, которые могут иметь организационный и (или) технический характер.

### ***Разработка рекомендаций по уменьшению риска***

На этапе разработки мер по снижению риска аварий рекомендуется в качестве первоочередных планировать и разрабатывать:

- обоснованные рекомендации по снижению риска аварии для наиболее опасных составных частей ОПО;
- способы предупреждения возникновения возможных инцидентов и аварий на ОПО.

Выбор рекомендаций по снижению риска аварии имеет следующие приоритеты:

- меры, снижающие возможность возникновения аварии, включающие: уменьшение возможности возникновения инцидентов; уменьшение вероятности перерастания инцидента в аварию;
- меры, снижающие тяжесть последствий возможных аварий, включающие:
- уменьшение вероятности эскалации аварий, когда последствия какой-либо аварии становятся непосредственной причиной аварии на соседних составных частях
- уменьшение вероятности нахождения групп людей в зонах поражающих факторов аварий;

- ограничение возможности возрастания масштаба и интенсивности воздействия поражающих факторов аварии;
- уменьшение вероятности развития аварии по наиболее опасным сценариям возможной аварии;
- увеличение требуемого уровня надежности системы противоаварийной защиты, средств активной и пассивной защиты от воздействия поражающих факторов аварии;
- меры обеспечения готовности к локализации и ликвидации последствий аварий.

Для систем управления промышленной безопасностью рекомендуется преимущественно использовать способ «а» при краткосрочном и способ «б» при среднесрочном и долгосрочном планировании безопасной эксплуатации ОПО.

В качестве приоритетных способов предупреждения возникновения возможных инцидентов и аварий рекомендуется использовать:

- пассивную защиту эффективным расстоянием (включая физические барьеры) от опасного воздействия поражающих факторов возможных аварий на стадии проектирования ОПО;
- активную защиту от перерастания аварийной опасности в угрозу аварии для жизни и здоровья человека, имущества и окружающей среды на стадии эксплуатации ОПО.

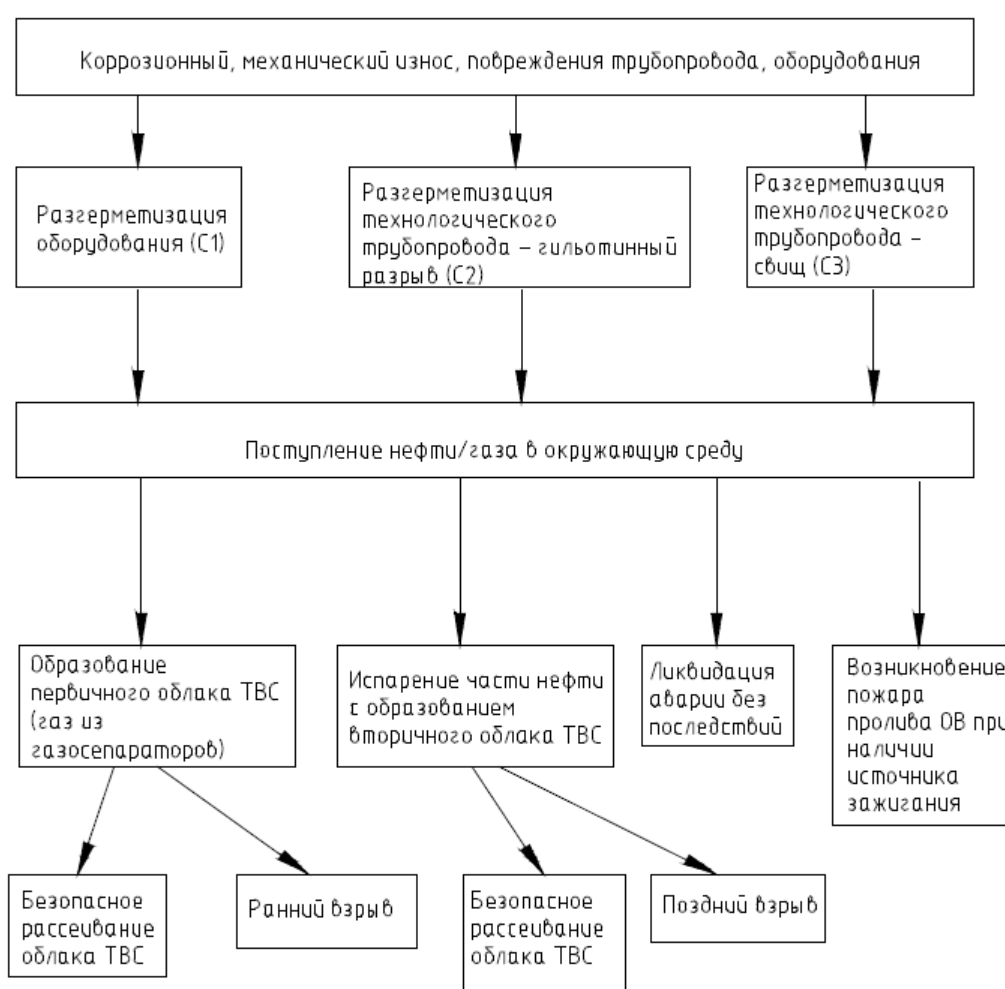
Среди решений, направленных на уменьшение тяжести последствий аварий, выделяют также ограничение площадей возможных аварийных разливов за счет возведения инженерных сооружений, повышение взрывозащищенности зданий и сооружений на территории ОПО, установку датчиков загазованности, информирование персонала об опасностях аварий, выбор несущих конструкций, запорной арматуры и т.д.

## 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Оценка риска ЧС на территории площадки подготовки нефти

#### 2.1.1. Сценарии развития аварии на участке подготовки нефти

На основе блок-схемы (Рисунок 1), формирующей различные виды сценариев развития аварий, были выделены основные сценарии с выделением ключевых событий, приводящих к нанесению значительного материального ущерба и/или гибели людей.



**Рисунок 1 – Блок-схема формирования сценариев аварии на установке подготовки нефти**

Сценарии развития аварий рассматриваются для следующих аппаратурно-технологических блоков (с учетом объемов содержащихся в них опасных веществ):

- Установка подготовки нефти:
  - Блоки сепараторов (200 и 50 м<sup>3</sup>);
  - Блок реагентного хозяйства (4 м<sup>3</sup>);
  - Блок печей (1,8 м<sup>3</sup>).
- Резервуарный парк:
  - Сырьевые резервуары (5000 м<sup>3</sup>).
- Узел учета и перекачки нефти:
  - Трубопровод насосный (длина 50 м, напор 100 м<sup>3</sup>/час, номинальный диаметр 200);
  - Узел учета нефти (длина 100 м, напор 100 м<sup>3</sup>/час, номинальный диаметр 200).

В Таблица 1дки установки подготовки нефти.

*Таблица 1 – Сценарии развития аварий для оборудования и трубопроводов площадки установки подготовки нефти*

Сценарий	Описание	Последствия
С1-Г	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → безопасное рассеивание первичного облака ТВС, воспламенение пролива жидкости с образованием зоны термического поражения.	Травмирование персонала и повреждение оборудования вследствие воздействия высоких температур
С1-РВ	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → образование первичного облака топливно-воздушной смеси (ТВС) → воспламенение облака + его дефлаграционное сгорание с образованием воздушной взрывной волны (ВУВ).	Травмирование персонала и повреждение оборудования ударной волной, осколками
С1-ПВ	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → свободное растекание жидкости в пределах блока → образование вторичного облака ТВС → воспламенение облака + его дефлаграционное сгорание с образованием ВУВ	Травмирование персонала и повреждение оборудования ударной волной, осколками

*Продолжение Таблицы 1 – Сценарии развития аварий для оборудования и трубопроводов площадки установки подготовки нефти*



C1-Л	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → загрязнение окружающей среды, безопасное рассеивание облака ТВС	Ликвидация аварии без последствий
C2-Г	Разгерметизация трубопровода внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → безопасное рассеивание первичного облака ТВС, воспламенение пролива жидкости с образованием зоны термического поражения.	Травмирование персонала и повреждение оборудования вследствие воздействия высоких температур
C2-ПВ	Разгерметизация трубопровода внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → свободное растекание жидкости в пределах блока → образование вторичного облака ТВС → воспламенение облака + его дефлаграционное сгорание с образованием ВУВ	Травмирование персонала и повреждение оборудования ударной волной, осколками
C3-Г	Образование свища → выброс опасного вещества в пределах блока → воспламенение пролива жидкости с образованием зоны термического поражения	Травмирование персонала и повреждение оборудования вследствие воздействия высоких температур
C3-Л	Образование свища → выброс опасного вещества в пределах блока → загрязнение окружающей среды	Ликвидация аварии без последствий

приведены описания сценариев развития аварий и их последствий для рассматриваемых аппаратов и трубопроводов площадки установки подготовки нефти.

*Таблица 1 – Сценарии развития аварий для оборудования и трубопроводов площадки установки подготовки нефти*

<b>Сценарий</b>	<b>Описание</b>	<b>Последствия</b>
C1-Г	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → безопасное рассеивание первичного облака ТВС, воспламенение пролива жидкости с образованием зоны термического поражения.	Травмирование персонала и повреждение оборудования вследствие воздействия высоких температур
C1-РВ	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → образование первичного облака топливно-воздушной смеси (ТВС) → воспламенение облака + его дефлаграционное сгорание с образованием воздушной взрывной волны (ВУВ).	Травмирование персонала и повреждение оборудования ударной волной, осколками
C1-ПВ	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → свободное растекание жидкости в пределах блока → образование вторичного облака ТВС → воспламенение облака + его дефлаграционное сгорание с образованием ВУВ	Травмирование персонала и повреждение оборудования ударной волной, осколками

Продолжение Таблицы 1 – Сценарии развития аварий для оборудования и трубопроводов площадки установки подготовки нефти

С1-Л	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → загрязнение окружающей среды, безопасное рассеивание облака ТВС	Ликвидация аварии без последствий
С2-Г	Разгерметизация трубопровода внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → безопасное рассеивание первичного облака ТВС, воспламенение пролива жидкости с образованием зоны термического поражения.	Травмирование персонала и повреждение оборудования вследствие воздействия высоких температур
С2-ПВ	Разгерметизация трубопровода внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → свободное растекание жидкости в пределах блока → образование вторичного облака ТВС → воспламенение облака + его дефлаграционное сгорание с образованием ВУВ	Травмирование персонала и повреждение оборудования ударной волной, осколками
С3-Г	Образование свища → выброс опасного вещества в пределах блока → воспламенение пролива жидкости с образованием зоны термического поражения	Травмирование персонала и повреждение оборудования вследствие воздействия высоких температур
С3-Л	Образование свища → выброс опасного вещества в пределах блока → загрязнение окружающей среды	Ликвидация аварии без последствий

В Таблица 2 указаны сценарии, рассматриваемые для выбранных аппаратов и трубопроводов площадки установки подготовки нефти.

Таблица 2 – Сценарии аварий, рассматриваемые для аппаратов и трубопроводов установки подготовки нефти

Технологические блоки	Сценарии
<b>Установка подготовки нефти</b>	
Блоки сепараторов	С1-Г, С1-РВ, С1-ПВ, С1-Л
Блок реагентного хозяйства	С1-Г, С1-ПВ, С1-Л
Блок печей	С1-Г, С1-ПВ, С1-Л
<b>Сырьевые резервуары</b>	
Сырьевой резервуар	С1-Г, С1-ПВ, С1-Л
<b>Площадка учета и перекачки нефти</b>	
СИКН	С2-Г, С2-ПВ, С2-Л, С3-Г, С3-Л
Насосный трубопровод	С2-Г, С2-ПВ, С2-Л, С3-Г, С3-Л

## 2.1.2. Результаты расчета зон действия поражающих факторов на блоках объекта

Данные по расчетным количествам опасных веществ, вышедших при аварии из оборудования, площади разлива указаны в

Таблица 3 и Таблица 4 соответственно (рассчитано по ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля).

Расчетная температура –  $+35^{\circ}\text{C}$  (абсолютная максимальная температура воздуха в г. Томск по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99»). Пространство среднезагроможденное. Ранний взрыв считается по метану (класс чувствительности – слабочувствительное вещество, поздний взрыв – по пропану (класс чувствительности – чувствительное вещество).

Таблица 3 – Значения количеств опасных веществ, участвующих в аварии, в создании поражающих факторов

№ сценария	Последствия	Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества, т	
			Участвующего в аварии	Участвующего в создании поражающих факторов (по приказу МЧС РФ № 404 - 2009 г.)
Установка подготовки нефти				
Блок сепараторов				
C1-Г	Горение пролива	Тепловой поток	171	51,3
C1-РВ	Ранний взрыв	Ударная волна	0,13	0,013
C1-ПВ	Поздний взрыв	Ударная волна	0,24	0,024
Блок реагентного хозяйства				
C1-Г	Горение пролива	Тепловой поток	3,1476	0,94
C2-ПВ	Поздний взрыв	Ударная волна	0,025	0,0025
Блок печей				
C1-Г	Горение пролива	Тепловой поток	1,54	0,462
C2-ПВ	Поздний взрыв	Ударная волна	0,08	0,008
Резервуар РВС-5000				
C1-Г	Горение пролива	Тепловой поток	4275	1282,5
C1-ПВ	Поздний взрыв	Ударная волна	2,28	0,228
Узел учета и перекачки нефти				
Насосная				
C2-Г	Горение пролива	Тепловой поток	8,47	2,541
C2-ПВ	Поздний взрыв	Ударная волна	0,082	0,0082
СИКН				
C2-Г	Горение пролива	Тепловой поток	9,81	2,943

С2-ПВ	Поздний взрыв	Ударная волна	0,095	0,0095
-------	---------------	---------------	-------	--------

*Таблица 4 – Площади разлитой нефти и объем выброшенного газа на площадке подготовки нефти*

Наименование блока	Площадь пролива, м <sup>2</sup>	Объем выброшенного газа (для раннего взрыва)
<b>Установка подготовки нефти</b>		
Блок сепараторов	144	19600
Блок реагентного хозяйства	18	–
Блок печей	144	–
<b>Резервуарный парк</b>		
Резервуар РВС-5000	1370	–
<b>Узел учета и перекачки нефти</b>		
Насосная	49,5	–
СИКН	57	–

В Таблица 5 – 10 приведены рассчитанные параметры поражающих факторов рассматриваемых вариантов сценариев развития аварии для технологических блоков. Расчеты были произведены с помощью программного комплекса «Токси+».

*Таблица 5 – Параметры зон поражающих факторов блока сепараторов*

Сценарий	Основной поражающий фактор	Параметр ПФ	Расстояние, м
<i>Блок сепараторов</i>			
С1-Г Горение пролива при разгерметизации, гильотинный разрыв	Тепловое излучение	Расстояние для теплового потока интенсивности (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>1,4 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>4,2 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>7,0 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>10,5 кВт/м<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>34</li> <li>18</li> <li>12,4</li> <li>9</li> </ul>
С1-РВ Ранний взрыв при разгерметизации	Избыточное давление	Размеры зоны R <sub>НКПР</sub> (м): Расстояние для ВУВ с давлением (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>100 кПа</li> <li>53 кПа</li> <li>28 кПа</li> <li>12 кПа</li> <li>5 кПа</li> <li>3 кПа</li> </ul>	21 <ul style="list-style-type: none"> <li>0</li> <li>0</li> <li>0</li> <li>0</li> <li>0</li> <li>11</li> </ul>
С1-ПВ Поздний взрыв при разгерметизации	Избыточное давление	Размеры зоны R <sub>НКПР</sub> (м): Расстояние для ВУВ с давлением (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>100 кПа</li> <li>53 кПа</li> <li>28 кПа</li> <li>12 кПа</li> <li>5 кПа</li> </ul>	38 <ul style="list-style-type: none"> <li>0</li> <li>17</li> <li>25</li> <li>44</li> <li>98</li> </ul>

		• 3 кПа	• 203
--	--	---------	-------

Таблица 6 – Параметры зон поражающих факторов реагентного хозяйства

Сценарий	Основной поражающий фактор	Параметр ПФ	Расстояние, м
<i>Блок реагентного хозяйства</i>			
С1-Г Горение пролива при разгерметизации, гильотинный разрыв	Тепловое излучение	Расстояние для теплового потока интенсивности (м): • 1,4 кВт/м <sup>2</sup> • 4,2 кВт/м <sup>2</sup> • 7,0 кВт/м <sup>2</sup> • 10,5 кВт/м <sup>2</sup>	• 35 • 18 • 13 • 9
С1-ПВ Поздний взрыв при разгерметизации	Избыточное давление	Размеры зоны R <sub>НКПР</sub> (м):	8,37
		Расстояние для ВУВ с давлением (м): • 100 кПа • 53 кПа • 28 кПа • 12 кПа • 5 кПа • 3 кПа	• 0 • 0 • 5 • 14 • 36 • 62

Таблица 7 – Параметры зон поражающих факторов блока печей

Сценарий	Основной поражающий фактор	Параметр ПФ	Расстояние, м
<i>Блок печей</i>			
С1-Г Горение пролива при разгерметизации, гильотинный разрыв	Тепловое излучение	Расстояние для теплового потока интенсивности (м): • 1,4 кВт/м <sup>2</sup> • 4,2 кВт/м <sup>2</sup> • 7,0 кВт/м <sup>2</sup> • 10,5 кВт/м <sup>2</sup>	• 34 • 18 • 12 • 8,9
С1-ПВ Поздний взрыв при разгерметизации	Избыточное давление	Размеры зоны R <sub>НКПР</sub> (м)	65,11
		Расстояние для ВУВ с давлением (м): • 100 кПа • 53 кПа • 28 кПа • 12 кПа • 5 кПа • 3 кПа	• 0 • 0 • 8 • 27 • 60 • 92

Таблица 8 – Параметры зон поражающих факторов в резервуарном парке

Сценарий	Основной поражающий фактор	Параметр ПФ	Расстояние, м
<i>Резервуар РВС-5000</i>			
С1-Г Горение пролива при разгерметизации	Тепловое излучение	Расстояние для теплового потока интенсивности (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,4 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 4,2 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 7,0 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 10,5 кВт/м<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 64</li> <li>• 33</li> <li>• 22</li> <li>• 21</li> </ul>
С1-ПВ Поздний взрыв при разгерметизации	Избыточное давление	Размеры зоны R <sub>НКПР</sub> (м)	195,84
		Расстояние для ВУВ с давлением (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 кПа</li> <li>• 53 кПа</li> <li>• 28 кПа</li> <li>• 12 кПа</li> <li>• 5 кПа</li> <li>• 3 кПа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0</li> <li>• 35</li> <li>• 55</li> <li>• 96</li> <li>• 184</li> <li>• 280</li> </ul>

Таблица 9 - Параметры зон поражающих факторов в насосной

Сценарий	Основной поражающий фактор	Параметр ПФ	Расстояние, м
<i>Насосная</i>			
С2-Г Горение пролива при разгерметизации, гильотинный разрыв	Тепловое излучение	Расстояние для теплового потока интенсивности (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,4 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 4,2 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 7,0 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 10,5 кВт/м<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 23</li> <li>• 12</li> <li>• 8</li> <li>• 5,7</li> </ul>
С2-ПВ Поздний взрыв при разгерметизации	Избыточное давление	Размеры зоны R <sub>НКПР</sub> (м)	65,48
		Расстояние для ВУВ с давлением (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 кПа</li> <li>• 53 кПа</li> <li>• 28 кПа</li> <li>• 12 кПа</li> <li>• 5 кПа</li> <li>• 3 кПа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0</li> <li>• 0</li> <li>• 8</li> <li>• 26</li> <li>• 60,95</li> <li>• 92,5</li> </ul>

Таблица 10 – Параметры зон поражающих факторов в СИКН

Сценарий	Основной поражающий фактор	Параметр ПФ	Расстояние, м
<i>СИКН</i>			
С2-Г Горение пролива при разгерметизации, гильотинный разрыв	Тепловое излучение	Расстояние для теплового потока интенсивности (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,4 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 4,2 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 7,0 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 10,5 кВт/м<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24</li> <li>• 13</li> <li>• 8,6</li> <li>• 6,1</li> </ul>
С2-ПВ Поздний взрыв при разгерметизации	Избыточное давление	Размеры зоны R <sub>НКПР</sub> (м)	68,74
		Расстояние для ВУВ с давлением (м): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 кПа</li> <li>• 53 кПа</li> <li>• 28 кПа</li> <li>• 12 кПа</li> <li>• 5 кПа</li> <li>• 3 кПа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0</li> <li>• 0</li> <li>• 8,6</li> <li>• 28,27</li> <li>• 64</li> <li>• 97,13</li> </ul>

Схемы зон разрушения приведены в Приложении Д.

Самое большое количество опасных веществ согласно таблице находится в парке резервуаров, на котором могут произойти наиболее опасные аварии по последствиям.

Для определения самого вероятного сценария развития аварии воспользуемся приложением 1 Методики определения расчетных величин пожарного риска на опасных производственных объектах (приказ МЧС 404 от 10.07.2009 г):

- Частота полного разрушения резервуара –  $5 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>;
- Частота полного разрушения насоса –  $1 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>;
- Частота разрушения трубопроводов (DN=200)= $2,5 \cdot 10^{-8}$  год<sup>-1</sup>.

Самая высокая частота разрушения – у насосного оборудования, следовательно, авария на насосном блоке является наиболее вероятной аварией.

### 2.1.3. Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара, взрыва на людей для описанных сценариев развития ЧС на территории объекта.

#### 2.1.3.1. Определение вероятности поражения волной давления

В этом подразделе определим зоны возможного поражения зданий и персонала при взрыве ТВС при разрушении резервуара и при аварии в насосном блоке (согласно Руководству по безопасности Ростехнадзора от 31.03.2016 (утв. Приказом Ростехнадзора от 31.03.2016 N 137) с помощью средств Токси+.

Для оценки степени поражения волной давления применяется понятие пробит-функции, которая в общем случае описывается формулой:

Пробит-функции для человека в здании имеют вид:

$$Pr = 5 - 0,26 \cdot \ln V, \quad (1)$$

$$V = \left( \frac{1750}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left( \frac{290}{I^+} \right)^{9,3}; \quad (2)$$

где:  $\Delta P$  – избыточное давление волны давления, Па;

$I^+$  – импульс волны давления, Па·с, определяется по формуле:

$$I^+ = 123 \frac{m_{\text{пр}}^{0,66}}{r}; \quad (3)$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{eff}}}{4,52} \cdot 10^{-6}; \quad (4)$$

где  $r$  – расстояние от центра взрыва, м;

$E_{\text{eff}}$  - эффективная энергия взрыва.

После расчета пробит-функции, ищут вероятность поражения человека по таблице П4.2 Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [1].



### 2.1.3.2. Оценка вероятности поражения человека тепловым излучением

Оценка вероятности поражения человека тепловым излучением велась с использованием критической интенсивности теплового излучения. Пробит-функция для этого признака выглядит следующим образом:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{\frac{4}{3}}), \quad (5)$$

где  $t$  – эффективное время экспозиции, с;

$q$  – интенсивность теплового излучения, кВт/м.

Связь вероятности поражения с пробит-функцией приведена в таблице П4.2 Методики [1].

Количество пострадавших/погибших определяется исходя из данных о численности персонала и вероятности присутствия работника  $m$  в  $i$ -ой области территории объекта.

Режим работы персонала, обслуживающего объект – круглосуточный. Общая численность персонала – 63 человека. Численность наибольшей работающей смены составляет 20 человек (минимально 12 человек). Метод работы – вахтовый. Продолжительность вахты – 15 суток. Режим работы персонала – посменный, количество смен – 2, смена – 12 часов в сутки. В течение рабочей смены работникам предоставляется перерыв для отдыха и питания, который не может быть более двух часов и менее 30 минут. Конкретная продолжительность перерыва устанавливается правилами внутреннего трудового распорядка.

Численность персонала представлена в Таблица 11.

Таблица 11 – Численность персонала установки подготовки нефти

Объект	Численность		Наименование административной единицы	Численность	
	Средняя	Наибольшая смена		Средняя	Наибольшая смена
Участок предварительной подготовки нефти	17	20	ИТР	3	3
			Оператор Машинист насосных установок Машинист компрессорных установок	14	17
Охрана		2			
Всего	17	22		17	20

Таблица 12 – Результаты расчета пробит-функции для каждого сценария, условной вероятности

Сценарий	Последствия	Значение функции «пробит»	Условная вероятность поражения человека, %
<b>Установка подготовки нефти</b>			
<i>Блок сепараторов</i>			
C1-Г	Горение пролива	0,21	0
C1-РВ	Ранний взрыв	0,16	0
C1-ПВ	Поздний взрыв	6,62	95
<i>Блок реагентного хозяйства</i>			
C1-Г	Горение пролива	-0,76	0
C2-ПВ	Поздний взрыв	3,43	6
<i>Блок печей</i>			
C1-Г	Горение пролива	0,21	0
C2-ПВ	Поздний взрыв	4,62	35
<b>Сырьевые резервуары</b>			
<i>Резервуар РВС-5000</i>			
C1-Г	Горение пролива	1,87	0
C1-ПВ	Поздний взрыв	7,93	100
<b>Узел учета и перекачки нефти</b>			
<i>Насосная</i>			
C2-Г	Горение пролива	-0,10	0
C2-ПВ	Поздний взрыв	5,54	71
<i>СИКН</i>			
C2-Г	Горение пролива	-0,10	0
C2-ПВ	Поздний взрыв	4,73	39

#### 2.1.4. Определение частот реализации сценариев развития аварийных ситуаций на площадке подготовки нефти.

Для определения частот реализации сценариев развития аварийных ситуаций на участке подготовки нефти необходимо построить дерево событий и определить условные вероятности исходов аварийной ситуации (см.Рисунок 2)

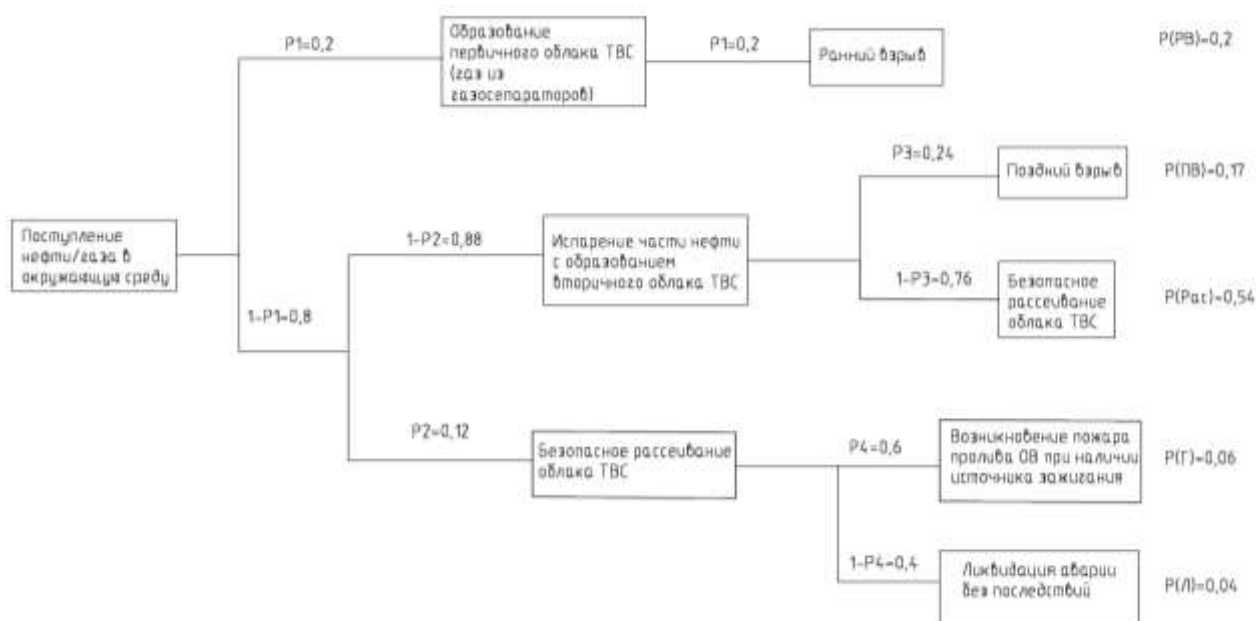


Рисунок 2 – Дерево событий при аварии на площадке установки подготовки нефти

При оценке частот возникновения разгерметизации оборудования и трубопроводов использовались данные Таблица 13, взятые из приложения 1 Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (Приказ МЧС России от 10.07.2009 N 404).

Таблица 13 – Статистические данные по частотам реализации аварийной ситуации (по приказу МЧС 404 от 10.07.2009)

Наименование оборудования	Событие	Диаметр отверстия	Частота разгерметизации, 1/год
Резервуары, емкости, сосуды и аппараты под давлением	Разгерметизация с последующим истечением жидкости, газа или двухфазной среды	5	$4 \cdot 10^{-5}$
		12,5	$1 \cdot 10^{-5}$
		25	$6,2 \cdot 10^{-6}$
		50	$3,8 \cdot 10^{-6}$
		100	$1,7 \cdot 10^{-6}$
		Полное разрушение	$3,0 \cdot 10^{-7}$
Резервуары для хранения ЛВЖ и ГЖ при давлении, близком к атмосферному	Полное разрушение емкостного оборудования при давлении, близком к атмосферному	25	$8,8 \cdot 10^{-5}$
		100	$1,2 \cdot 10^{-5}$
		Полное разрушение	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Насосы центробежные	Разрушение трубопровода DN200	5	$4,3 \cdot 10^{-3}$
		12,5	$6,1 \cdot 10^{-4}$
		25	$5,1 \cdot 10^{-4}$
		50	$2 \cdot 10^{-4}$
		Полный разрыв	$1 \cdot 10^{-4}$
Трубопровод	Утечка из трубопровода	12,5	$1,9 \cdot 10^{-6}$
		25	$7,9 \cdot 10^{-7}$
		50	$3,1 \cdot 10^{-7}$
		100	$1,3 \cdot 10^{-7}$
		Полный разрыв	$2,5 \cdot 10^{-8}$

Результаты расчета частоты реализации для каждого сценария представлены в Таблица 14.

Таблица 14 – Результаты расчета частоты реализации для каждого сценария (с учетом всех размеров отверстий при утечке)

Наименование блока	Конечное событие		
	Ранний взрыв парогазового облака	Поздний взрыв парогазового облака	Горение пролива
<i>Установка подготовки нефти</i>			
Блок сепараторов	$1,24 \cdot 10^{-5}$	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$3,72 \cdot 10^{-6}$
Блок реагентного хозяйства	–	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$3,72 \cdot 10^{-6}$
Блок печей	–	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$3,72 \cdot 10^{-6}$
<i>Сырьевые резервуары</i>			
Резервуар РВС-5000	–	$1,79 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-6}$
<i>Узел учета и перекачки нефти</i>			
Насосная (утечка из подводящего/отводящего трубопровода)	–	$5,36 \cdot 10^{-7}$	$1,89 \cdot 10^{-7}$
Разгерметизация насоса с истечением опасного вещества	–	$9,72 \cdot 10^{-4}$	$3,43 \cdot 10^{-4}$
СИКН утечка из подводящего/отводящего трубопровода)	–	$5,36 \cdot 10^{-7}$	$1,89 \cdot 10^{-7}$

### 2.1.5. Расчет потенциального риска на площадке подготовки нефти

Величина потенциального пожарного риска  $P(a)$  (год) (далее – потенциальный риск) в определенной точке ( $a$ ) как на территории объекта и в селитебной зоне вблизи объекта определяется по формуле:

$$P(a) = \sum_{j=1}^J Q_{dj}(a) \cdot Q_j, \quad (6)$$

где:  $J$  – число сценариев развития пожароопасных ситуаций (пожаров, ветвей логического дерева событий);

$Q_{dj}(a)$  – условная вероятность поражения человека в определенной точке территории ( $a$ ) в результате реализации  $j$ -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающего определенному иницирующему аварии событию;

$Q_j$  – частота реализации в течение года  $j$ -го сценария развития пожароопасных ситуаций, год.

Условные вероятности поражения человека  $Q(a)$  определяются по критериям поражения людей опасными факторами пожара, взрыва.

В Таблица 15 приведены результаты расчета потенциального риска на территории объекта.

Таблица 15 – Результаты расчета потенциального риска на территории объекта

Сценарий	Условная вероятность поражения человека, %	Частота реализации сценария	Потенциальный риск
<b>Установка подготовки нефти</b>			
<i>Блок сепараторов</i>			
C1-Г	0	$3,72 \cdot 10^{-6}$	0
C1-ПВ	0	$1,24 \cdot 10^{-5}$	0
C1-ПВ	95	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$
<i>Блок реагентного хозяйства</i>			
C1-Г	0	$3,72 \cdot 10^{-6}$	0
C2-ПВ	6	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-7}$
<i>Блок печей</i>			
C1-Г	0	$3,72 \cdot 10^{-6}$	0
C2-ПВ	35	$1,79 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-6}$
<b>Сырьевые резервуары</b>			
<i>Резервуар РВС-5000</i>			
C1-Г	0	$6 \cdot 10^{-6}$	0
C1-ПВ	100	$1,79 \cdot 10^{-5}$	$1,79 \cdot 10^{-5}$
<b>Узел учета и перекачки нефти</b>			
<i>Насосная</i>			
C2-Г	0	$3,43 \cdot 10^{-4}$	0
C2-ПВ	71	$9,72 \cdot 10^{-4}$	$6,9 \cdot 10^{-4}$
<i>СИКН</i>			
C2-Г	0	$1,89 \cdot 10^{-7}$	0
C2-ПВ	39	$5,36 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$

### 2.1.6. Результаты оценки индивидуального риска на площадке подготовки нефти

Величина индивидуального риска  $R_m$  (год) для работника на территории объекта определяется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot P(i), \quad (7)$$

где  $P(i)$  – величина потенциального риска в  $i$ -ой области территории объекта, год;

$q_m$  – вероятность присутствия работника  $m$  в  $i$ -ой области территории объекта.

Величина индивидуального риска  $R$  (год) для работника  $m$  при его нахождении в здании объекта, обусловленная опасностью пожаров в здании, определяется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^N P_i \cdot q_{im}, \quad (8)$$

где:  $P_i$  – величина потенциального риска в  $i$ -ом помещении здания, год;

$q_{im}$  – вероятность присутствия работника  $m$  в  $i$ -ом помещении;

$N$  – число помещений в здании, сооружении и строении.

Для определения итогового индивидуального риска УПН величины индивидуального риска работника, находящегося на территории УПН и находящегося в зданиях площадки подготовки нефти складываются (складываются величины, найденные по формулам (9) и (10)).

Вероятность нахождения работника на технологических площадках определяется, исходя из доли времени нахождения рассматриваемого человека в определенной области территории (вероятность принята 0,2).

Результаты расчета индивидуального риска на территории площадки подготовки нефти приведены в Таблица 16.

Таблица 16 – Значения индивидуального риска на территории объекта

Сценарий	Вероятность присутствия работника	Потенциальный риск	Индивидуальный риск	Итоговый индивидуальный риск на территории площадки подготовки нефти
Установка подготовки нефти				
Блок сепараторов				
C1-Г	0,2	0	0	2,8·10 <sup>-4</sup>
C1-РВ	0,2	0	0	
C1-ПВ	0,2	1·10 <sup>-5</sup>	0,2·10 <sup>-5</sup>	
Блок реагентного хозяйства				
C1-Г	0,2	0	0	
C2-ПВ	0,2	6,3·10 <sup>-7</sup>	1,26·10 <sup>-7</sup>	
Блок печей				
C1-Г	0,2	0	0	
C2-ПВ	0,2	6,3·10 <sup>-7</sup>	1,26·10 <sup>-7</sup>	
Сырьевые резервуары				
Резервуар РВС-5000				
C1-Г	0,2	0	0	
C1-ПВ	0,2	1,79·10 <sup>-5</sup>	3,58·10 <sup>-6</sup>	
Узел учета и перекачки нефти				
Насосная				
C2-Г	0,2	0	0	
C2-ПВ	0,2	6,9·10 <sup>-4</sup>	2,76·10 <sup>-4</sup>	
СИКН				
C2-Г	0,2	0	0	
C2-ПВ	0,2	2,1·10 <sup>-7</sup>	4,2·10 <sup>-8</sup>	

**Вывод:** итоговый индивидуальный риск на территории площадки подготовки нефти равен 2,8·10<sup>-4</sup> год<sup>-1</sup>. Это значение будет использоваться как промежуточная величина для окончательной оценки индивидуального риска работника.

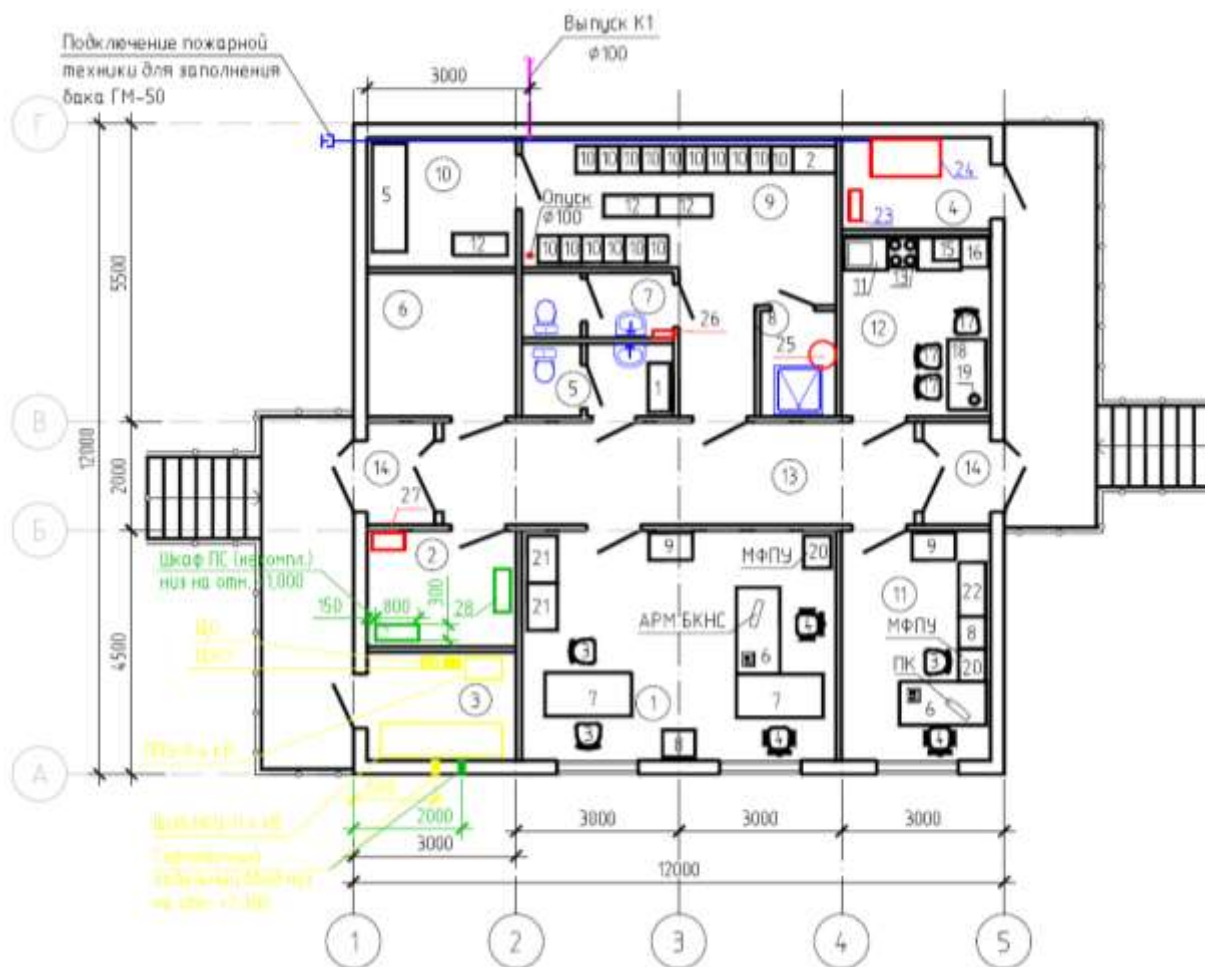


## 2.2. Оценка пожарного риска в здании диспетчерской

### 2.2.1. Расчет потенциального риска в здании диспетчерской

#### 2.2.1.1. Исходные данные

Рассмотрим одноэтажную диспетчерскую для управления технологическими процессами подготовки нефти.



**Рисунок 3 – Схема диспетчерской** (помещения: 1 – операторная; 2 – аппаратная; 3 – электрощитовая; 4 – помещение оборудования водоснабжения; 5 – санузел-1; 6 – венткамера; 7 – санузел-2; 8 – душевая; 9 – гардероб; 10 – комната для сушки спецодежды; 11 – комната мастера; 12 – комната приема пищи; 13 – коридор; 14 – тамбур)

Высота помещений  $h=5$  м. Ширина дверей в диспетчерской  $a=1$  м, высота дверей  $b=2$  м. Расчет проведем с использованием интегральной модели пожара в соответствии с методикой [1].

Параметры для расчета по интегральной модели *для горения электротехнических материалов* следующие:

- Низшая теплота сгорания 20,9 МДж/кг
- Линейная скорость пламени 0,0125 м/с
- Удельная скорость выгорания 0,0076 кг/(м<sup>2</sup>·с)
- Дымообразующая способность 327 Нп·м<sup>2</sup>/кг
- Потребление О<sub>2</sub> 1,95 кг/кг
- Коэффициент полноты сгорания 0,95

Выделения газа:

- СО<sub>2</sub> 0,375 кг/кг
- СО 0,0556 кг/кг
- НСІ 0,0054 кг/кг

Параметры для расчета по интегральной модели *для горения мебели* следующие:

- Низшая теплота сгорания 14,4 МДж/кг
- Линейная скорость пламени 0,015 м/с
- Удельная скорость выгорания 0,014 кг/(м<sup>2</sup>·с)
- Дымообразующая способность 84 Нп·м<sup>2</sup>/кг
- Потребление О<sub>2</sub> 1,29 кг/кг
- Коэффициент полноты сгорания 0,95

Выделения газа:

- СО<sub>2</sub> 1,55 кг/кг
- СО 0,037 кг/кг
- НСІ 0,0036 кг/кг

Распределение людей в помещениях диспетчерской указано в Таблица 17.

Таблица 17 – Количество людей в помещениях диспетчерской в момент пожара

Помещение	Количество людей
Гардероб	1
Комната приема пищи	1
Операторная	4
Комната мастера	2
Остальные помещения	0
Всего	8

Далее рассчитаем вклады в потенциальный риск при пожаре в помещениях операторной, комнате мастера, комнате приема пищи, гардеробной при четырех сценариях развития пожара в здании диспетчерской с возникновением очага возгорания:

- В операторной (С1);
- В гардеробе (С2);
- В комнате мастера (С3);
- В комнате приема пищи (С4).

#### **2.2.1.2. Определение вклада потенциального риска для операторной**

При сценарии С1 очаг пожара возникнет в *операторной* (Рисунок 3, поз.1). Горючие материалы помещения – электротехнические материалы.

Примем частоту возникновения пожара в операторной с учетом запаса надежности, согласно таблице П1.3 приложения 1 Методики [1] – как для электростанций:  $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ . Рассчитаем частоту для всего помещения диспетчерской:  $Q_j = 2,2 \cdot 10^{-5} \cdot 27 = 59,4 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ .

Результаты расчета времени блокирования эвакуационных выходов в помещении операторной указаны в Приложении. Расчетное время эвакуации из помещения операторной составляет  $t_{\text{pij}} = 0,08 \text{ мин} = 5 \text{ с}$ .

Результаты расчета вклада в потенциальный риск от помещения операторной указаны в Таблица 18.

Таблица 18 – Расчет вклада в потенциальный риск от помещения операторной

Время от начала пожара до начала эвакуации людей из операторной			
C1	C2	C3	C4
0 сек	30 сек	30 сек	30 сек
Время эвакуации из помещения			
5 сек	35 сек	35 сек	35 сек
Время блокирования эвакуационных путей)			
41 сек (пониженное содержание кислорода)	44 сек (потеря видимости)	32 сек (потеря видимости)	22 сек (потеря видимости)
Выполнение условия ( $t < 0,8\tau_{\text{бл}}$ )			
Да	нет	нет	нет
Вероятность эвакуации по эвакуационным путям принимаем $P_{\text{э,п}ij}$			
0,999	0,001	0,001	0,001
Принимаемая вероятность выхода из здания людей, находящихся в операторной $P_{\text{д,в}ij}$			
0,03	0,03	0,03	0,03
Вероятность эвакуации людей, находящихся в операторной $P_{\text{э}ij}$			
0,031	0,031	0,031	0,031
Условная вероятность поражения человека $Q_{\text{д}ij}$ (при вероятности эффективной работы средств пожарной безопасности $D_{ij}=0$ )			
0,001	0,97	0,97	0,97
Вклад в потенциальный пожарный риск в операторной от сценария пожара			
$59,4 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$	$57,6 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$	$57,6 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	$57,6 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$

### 2.2.1.3. Определение вклада потенциального риска для гардеробной

Очаг пожара при сценарии C2 возникает в *помещении гардероба* (Рисунок 3, поз.9). Пламя распространяется по горючим материалам помещения – мебель, дерево и облицовка.

Частота возникновения пожара в рассматриваемом помещении принимается с определенным запасом надежности, согласно таблице П1.3 приложения 1 Методики [1] – как для складов многономенклатурной продукции:  $9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ , что в расчете на всю площадь помещения дает:  $Q_j = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 33 = 297 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ .

Результаты расчета времени блокирования эвакуационных выходов из гардеробной указаны в Приложении. Расчетное время эвакуации из гардеробной составляет  $t_{\text{р}ij} = 0,08 \text{ мин} = 5 \text{ с}$ .

Результаты расчета вклада в потенциальный риск от гардеробной указаны в Таблица 19.

Таблица 19 – Расчет вклада в потенциальный риск от гардеробной

Время от начала пожара до начала эвакуации людей из гардеробной			
C1	C2	C3	C4
30 сек	0 сек	30 сек	30 сек
Время эвакуации из помещения			
35 сек	5 сек	35 сек	35 сек
Время блокирования эвакуационных путей)			
41 сек (пониженное содержание кислорода)	44 сек (потеря видимости)	32 сек (потеря видимости)	22 сек (потеря видимости)
Выполнение условия ( $t < 0,8\tau_{бл}$ )			
Да	да	нет	нет
Вероятность эвакуации по эвакуационным путям принимаем $P_{э,пij}$			
0,999	0,999	0,001	0,001
Принимаемая вероятность выхода из здания людей, находящихся в гардеробной $P_{д,вij}$			
0,03	0,03	0,03	0,03
Вероятность эвакуации людей, находящихся в гардеробной $P_{эij}$			
0,999	0,999	0,03	0,03
Условная вероятность поражения человека $Q_{дij}$ (при вероятности эффективной работы средств пожарной безопасности $D_{ij}=0$ )			
0,001	0,001	0,97	0,97
Вклад в потенциальный пожарный риск гардеробной от сценария пожара			
$288 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	$297 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$	$29,7 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$	$288 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$

#### 2.2.1.4. Определение вклада потенциального риска для сценария комнаты мастера

При сценарии C3 очаг пожара возникнет в **комнате мастера** (Рисунок 3, поз.11). Горючие материалы помещения – (электротехнические материалы, карболит, текстолит).

Частота возникновения пожара в рассматриваемом помещении принимается с определенным запасом надежности, согласно таблице П1.3 приложения 1 Методики [1] – как для электростанций:  $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ , что в расчете на всю площадь помещения дает:  $Q_j = 2,2 \cdot 10^{-5} \cdot 13,5 = 29,7 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ .

Результаты расчета времени блокирования эвакуационных выходов из комнаты мастера указаны в Приложении. Расчетное время эвакуации из комнаты мастера составляет  $t_{pij}=0,003$  мин=2 с.

Результаты расчета вклада в потенциальный риск от помещения операторной указаны в Таблица 20.

Таблица 20 – Расчет вклада в потенциальный риск от помещения операторной

Время от начала пожара до начала эвакуации людей из комнаты мастера			
C1	C2	C3	C4
30 сек	30 сек	0 сек	30 сек
Время эвакуации из помещения			
32 сек	32 сек	2 сек	32 сек
Время блокирования эвакуационных путей)			
41 сек (пониженное содержание кислорода)	44 сек (потеря видимости)	32 сек (потеря видимости)	22 сек (потеря видимости)
Выполнение условия ( $t < 0,8\tau_{бл}$ )			
Да	да	да	нет
Вероятность эвакуации по эвакуационным путям принимаем $P_{э,pij}$			
0,999	0,999	0,999	0,9990,001
Принимаемая вероятность выхода из здания людей, находящихся в комнате мастера $P_{д,виj}$			
0,03	0,03	0,03	0,03
Вероятность эвакуации людей, находящихся в комнате мастера $P_{эij}$ ,			
0,999	0,999	0,999	0,03
Условная вероятность поражения человека $Q_{дij}$ (при вероятности эффективной работы средств пожарной безопасности $Dij=0$ )			
0,001	0,001	0,001	0,97
Вклад в потенциальный пожарный риск комнаты мастера от сценария пожара			
$29,7 \cdot 10^{-8}$ год <sup>-1</sup>	$29,7 \cdot 10^{-8}$ год <sup>-1</sup>	$29,7 \cdot 10^{-8}$ год <sup>-1</sup>	$28,8 \cdot 10^{-5}$ год <sup>-1</sup>

#### 2.2.1.5. Определение вклада потенциального риска для комнаты приема пищи

Очаг пожара возникает в *комнате приема пищи* (Рисунок 3, поз.12). Горючие материалы помещения – (мебель, дерево и облицовка).

Частота возникновения пожара в рассматриваемом помещении принимается с определенным запасом надежности – как для складов многономенклатурной продукции:  $9 \cdot 10^{-5}$  м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>, что в расчете на всю площадь помещения дает:  $Q_j=9 \cdot 10^{-5} \cdot 11=99 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>.

Результаты расчета времени блокирования эвакуационных выходов из комнаты приема пищи указаны в Приложении. Расчетное время эвакуации из комнаты приема пищи составляет  $t_{pij}=0,003$  мин=2 с. Результаты расчета вклада в потенциальный риск от гардеробной указаны в Таблица 21.

Таблица 21 – Расчет вклада в потенциальный риск от гардеробной

Время от начала пожара до начала эвакуации людей из комнаты приема пищи			
C1	C2	C3	C4
30 сек	30 сек	30 сек	0 сек
Время эвакуации из помещения			
32 сек	32 сек	32 сек	2 сек
Время блокирования эвакуационных путей)			
41 сек (пониженное содержание кислорода)	44 сек (потеря видимости)	32 сек (потеря видимости)	22 сек (потеря видимости)
Выполнение условия ( $t < 0,8\tau_{бл}$ )			
Да	да	нет	да
Вероятность эвакуации по эвакуационным путям принимаем $P_{э,pij}$			
0,999	0,999	0,999	0,999
Принимаемая вероятность выхода из здания людей, находящихся в комнате приема пищи $P_{д,виj}$			
0,03	0,03	0,03	0,03
Вероятность эвакуации людей, находящихся в комнате приема пищи $P_{эij}$			
0,999	0,999	0,999	0,999
Условная вероятность поражения человека $Q_{дij}$ (при вероятности эффективной работы средств пожарной безопасности $Dij=0$ )			
0,001	0,001	0,001	0,001
Вклад в потенциальный пожарный риск комнаты приема пищи от сценария пожара			
$99 \cdot 10^{-8}$ год <sup>-1</sup>	$99 \cdot 10^{-8}$ год <sup>-1</sup>	$99 \cdot 10^{-8}$ год <sup>-1</sup>	$99 \cdot 10^{-8}$ год <sup>-1</sup>

В Таблица 22 приведены итоговые результаты определения потенциального риска в здании диспетчерской

Таблица 22 – Потенциальный риск в здании диспетчерской при различных сценариях пожара

Помещение диспетчерской	Значение потенциального риска по сценариям, год <sup>-1</sup>				
	C1	C2	C3	C4	Итоговый потенциальный риск, год <sup>-1</sup>
Операторная	$59,4 \cdot 10^{-8}$	$57,6 \cdot 10^{-5}$	$57,6 \cdot 10^{-5}$	$57,6 \cdot 10^{-5}$	$172,86 \cdot 10^{-5}$
Гардероб	$288 \cdot 10^{-5}$	$297 \cdot 10^{-8}$	$29,7 \cdot 10^{-8}$	$288 \cdot 10^{-5}$	$576 \cdot 10^{-5}$
Комната мастера	$29,7 \cdot 10^{-8}$	$29,7 \cdot 10^{-8}$	$29,7 \cdot 10^{-8}$	$28,8 \cdot 10^{-5}$	$28,8 \cdot 10^{-5}$
Комната приема пищи	$99 \cdot 10^{-8}$	$99 \cdot 10^{-8}$	$99 \cdot 10^{-8}$	$99 \cdot 10^{-8}$	$396 \cdot 10^{-8}$

### 2.2.2. Индивидуальный риск в здании диспетчерской

Индивидуальный пожарный риск (далее - индивидуальный риск) для работников объекта оценивается частотой поражения определенного работника объекта опасными факторами пожара, взрыва в течение года.

Величина индивидуального риска  $R$  (год) для работника  $m$  объекта при его нахождении в здании объекта определяется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^N q_{im} \cdot P(i) \quad (9)$$

где  $P(i)$  – величина потенциального риска в  $i$ -ом помещении здания, год;

$q_{im}$  – вероятность присутствия работника  $m$  в  $i$ -ом помещении;

$N$  – число помещений в здании, сооружении и строении.

Принимаем, что у каждого представителя той или иной профессии 200 рабочих дней в году. Принимаем, что в рассматриваемом здании работают операторы – 8 ч рабочий день=1600 ч/год=0,18;

Ниже приведены результаты определения индивидуального пожарного риска для работников в рассматриваемом здании (Таблица 23).

Таблица 23 – Индивидуальный пожарный риск для работников в здании диспетчерской

Наименование профессии работника	Наименование помещения, позиция	Относительная доля времени пребывания работника в данном помещении в течении года	Индивидуальный пожарный риск работника в данном помещении, год <sup>-1</sup>	Итоговый индивидуальный риск, год <sup>-1</sup>
Оператор	Операторная	0,14	$2,42 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
	Гардероб	0,01	$57,6 \cdot 10^{-6}$	
	Комната мастера	0,01	$2,88 \cdot 10^{-6}$	
	Комната приема пищи	0,02	$7,92 \cdot 10^{-8}$	



**Вывод:** Индивидуальный пожарный риск превышает нормативное значение, так как условие  $R_m^{max} = 3 \cdot 10^{-4} > R_m^H = 10^{-6}$ . Необходимо провести комплекс организационно-технических мероприятий по повышению пожарной безопасности в здании:

- Обеспечить необходимую эффективность технических средств обеспечения пожарной безопасности.
- Провести необходимые инструктажи для персонала по правилам поведения при пожаре.
- Обеспечить соответствие эвакуационных путей и выходов требованиям пожарной безопасности.

### **2.3. Вывод о соответствии значения индивидуального риска работника УПН требованиям пожарной безопасности**

В подразделах 2.1 и 2.2 рассчитывались отдельно значения индивидуального риска на территории площадки УПН ( $2,8 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>) и для здания диспетчерской УПН ( $3 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>). Получим итоговое значение индивидуального риска для работника площадки подготовки нефти:

$$\sum R = 2,8 \cdot 10^{-4} + 3 \cdot 10^{-4} = 5,8 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

Согласно требованиям Федерального закона Российской Федерации № 123-ФЗ от 22.07.08 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать значение  $10^{-6}$  1/год. Для производственных объектов, на которых обеспечение величины индивидуального риска  $10^{-6}$  1/год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до  $10^{-4}$  1/год.

Итоговый индивидуальный риск превышает нормативное значение, так как выполняется условие:  $R_m^{max} = 5,8 \cdot 10^{-4} > R_m^H = 10^{-4} \text{ год}^{-1}$ .

## **2.4. Комплекс мероприятий по повышению безопасности объекта**

### **2.4.1. Решения по исключению разгерметизации оборудования, трубопроводов и предупреждению аварийных выбросов опасных веществ**

Для обеспечения безопасной эксплуатации производства предусмотрен ряд дополнительных мер безопасности:

- Внедрена автоматизация технологического процесса с выносом информации о параметрах, характеризующих безопасную работу оборудования на АРМ оператора. Необходимые параметры ведения процесса контролируются и регулируются из операторной, с записью отдельных параметров в режимные листы.
- Установка огнепреградителей на дыхательных линиях с атмосферой резервуаров и емкостей.
- Приборы КИПиА подлежат обязательной метрологической поверке и калибровке в установленном порядке.
- Выполнено заземление всего оборудования и трубопроводов для защиты от статического электричества и вторичных проявлений молнии.
- В процессе эксплуатации установки должно быть обеспечено строгое соблюдение графиков осмотра, ремонта и технического освидетельствования аппаратов и трубопроводов в соответствии с графиками ППР, а также нормативными документами.
- Во время работы насосов необходимо следить за показаниями приборов, состоянием торцевых и сальниковых уплотнений, подшипников и их смазкой, также следить за осевым сдвигом ротора насоса (визуально по устройству контроля разбега ротора). Резкое колебание стрелок приборов, шум, вибрация характеризуют ненормальную работу насосов, в этом

случае необходимо остановить насос для выяснения и устранения неисправности.

#### **2.4.2. Противопожарные технические решения**

Технологический процесс подготовки нефти по характеру свойств веществ, обрабатываемых на производстве, относится к взрывопожароопасным.

Основным сырьем установки подготовки нефти является сырая нефть – легковоспламеняющаяся жидкость с температурой вспышки – ( $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), самовоспламенения – ( $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), углеводородные газы. Нефть представляет собой смесь углеводородов.

- Защита объектов УПН от пожара производится с помощью:
  - Пожарной сигнализации.
  - Первичных средств пожаротушения.
  - Системы противопожарного водоснабжения.
  - Системы автоматического пенного пожаротушения.

Система автоматического пенного пожаротушения предусмотрена для ликвидации возгораний на наружных технологических установках (категория взрывопожароопасности А (АН)) и резервуарах.

Технологические площадки и резервуары пластовой воды оборудованы стационарными установками пенотушения с генераторами пены ГПС-600, резервуары для нефти – ГПСС-2000(600).

В качестве огнетушащего средства для защиты объектов с категорией производства А (АН) используется воздушно-механическая пена средней кратности (6% раствор пенообразователя). Для приготовления раствора пены применяется пенообразователь. 100% запас пенообразователя в концентрированном виде хранится на объекте защиты.

*Установка пожаротушения:*

Посредством применения АУПТ обеспечивается подача раствора пенообразователя и воды в трубопровод противопожарного водовода и трубопровод раствора пенообразователя и далее ПП и КЗ УПН.

#### **2.4.3. Защита от электрического тока**

Требования промышленной безопасности и охраны труда при эксплуатации энергетического хозяйства УПН обеспечиваются следующими решениями:

- Обеспечением безопасных габаритов и изоляционных промежутков в электрооборудовании в соответствии с требованиями ПУЭ.
- Подборка оборудования произведена для взрывопожароопасных зон и технологических помещений в соответствии с требованиями правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности и ПУЭ.
- Ограждением площадок электрооборудования, оснащением электротехнических помещений отдельными запирающимися входами.
- Заземлением технологического и электротехнического оборудования в соответствии с ПУЭ.

В целях защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

1. Основная изоляция токоведущих частей.
2. Ограждения и оболочки.
3. Применение сверхнизкого напряжения.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или вместе следующие виды защиты при косвенном прикосновении:

1. Защитное заземление (зануление).
2. Автоматическое отключение питания.
3. Уравнивание потенциалов.
4. Двойная или усиленная изоляция.

Основания технологических установок присоединяются не менее чем в двух точках расположенных диаметрально друг напротив друга, присоединяются к заземляющим устройствам с помощью заземляющих проводников, выполненных из стальной полосы сечением не менее 40×4 мм.

#### **2.4.4. Молниезащита**

Согласно СО 153-34.21.122-2003 УПН по устройству молниезащиты относится к специальным объектам. Уровень надежности защиты от прямых ударов молнии – 0,9.

Защита от прямых ударов молнии предусматривается с помощью молниеотводов и прожекторных мачт, совмещенных с молниеприемниками.

Комплексное заземляющее устройство выполнено из вертикальных заземлителей: естественных – металлоконструкции фундаментов и искусственных – сталь оцинкованная диаметром 16 мм, длиной 5 м, соединенных между собой горизонтальными заземлителями (сталь полосовая оцинкованная сеч. 4×40 мм).

Для защиты от заноса высокого потенциала по подземным коммуникациям выполнено присоединение их на вводе в сооружение к заземляющему устройству, а на ближайшей к вводу опоре коммуникации – к ее фундаменту.

Защита сооружений от вторичных проявлений молнии осуществляется следующими мероприятиями:

- Экранирование. На площадке используются блочно-модульные здания с металлическими каркасами. Все металлические элементы зданий соединяются с заземляющим устройством молниезащиты. Заземлители молниезащиты соседних зданий соединяются между собой присоединением к кабельной эстакаде.
- Соединения. Для уменьшения разности потенциалов металлические корпуса оборудования и аппаратов, установленные в защищаемых зданиях соединяются между собой и присоединяются к металлическому каркасу зданий, который присоединен к металлоконструкциям фундаментов зданий с помощью соединительных проводников (сталь полосовая сечением 4×40 мм).
- Заземление. Связь заземлителей и системы соединений создает систему заземления. В качестве заземлителей используются металлоконструкции фундаментов защищаемых зданий.

Защита от заноса высокого потенциала и защита от статического электричества по внешним надземным трубопроводам осуществляется путем их заземления на вводе в здание или сооружение на ближайших опорах трубопроводов. В качестве заземлителей используются железобетонные фундаменты опор, а также искусственные заземлители (сталь полосовая оцинкованная сечением 4×40 мм, сталь оцинкованная диаметром 16 мм, длиной 5 м).

### **3. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

#### **1. Предпроектный анализ**

##### **1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Особо важным этапом в процессе добычи и транспортировки нефти является предварительная подготовка нефти на участке установки по подготовки нефти, где нефтесодержащая смесь проходит очистку, обезвоживание и обессоливание. Производство нефти является ресурсозатратным производством, а необходимость проведения исследования по оценке риска чрезвычайных ситуаций вызвана принадлежностью данного вида производства к опасным производственным объектам (ФЗ 116) и чрезвычайной затратностью восстановления подобных объектов в случае возникновения аварии.

Целью данного исследования является расчет риска ЧС на участке подготовки нефти и создание комплекса мер по снижению индивидуального риска ЧС.

Потенциальными потребителями проведенного исследования являются отдел промышленной безопасности нефтегазодобывающих компаний. Расчеты осуществляются на некоммерческой основе.

##### **1.2. Анализ конкурентных технических решений**

С помощью анализа конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, возможно провести оценку эффективности научной разработки и определить ее направление для будущего развития. В Таблица 24 приведена оценочная карта конкурентных технических решений для выполнения расчета риска ЧС. Сравнение осуществляется для двух методик – методики расчета пожарного риска вручную и методики расчета с использованием специализированного программного продукта.

Таблица 24 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

		Баллы оценки экономических решений		Конкурентоспособность	
Критерии оценки	Вес критерия	Бруч	Бпр	Круч	Кпр
1	2	3	4	5	6
<b>Критерии оценки эффективности применения методик расчета</b>					
1.Спрос методики расчета	0,1	3	4	0,3	0,4
2.Удобство в эксплуатации методик	0,12	4	5	0,48	0,6
3.Точность в расчетах	0,08	4	5	0,32	0,4
4.Возможности расчета по методике	0,06	5	5	0,3	0,3
5.Универсальность метода расчета	0,08	5	4	0,4	0,32
6.Эффективность расчета	0,1	3	4	0,3	0,4
7. Погрешность в расчетах	0,2	3	3	0,6	0,6
8. Эксплуатация на конкретном предприятии	0,1	2	5	0,2	0,5
9.Требовательность к полноте исходных данных	0,3	5	5	1,5	1,5
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>4,4</b>	<b>5,02</b>

где сокращения:  $B_{руч}$  – методика расчета, выполняемая вручную;  $B_{пр}$  – методика расчета риска с использованием специализированного программного продукта. Конкурентные технические решения определяются по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (10)$$

где,  $K$  – конкурентоспособность разработки;  $B_i$  – вес показателя (выражается в долях единицы);  $B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

**Вывод:** Конкурентоспособность метода расчета пожарного риска вручную оценена в 4,4 балла, конкурентоспособность метода расчета пожарного риска с использованием специализированного программного



продукта – в 5,02 балла. Численные оценки показывают, что метод расчета с использованием специализированного программного продукта является наиболее эффективным методом для расчета риска ЧС для площадки подготовки нефти.

### **1.3.SWOT-анализ**

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Первый этап заключался в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могли появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках **третьего этапа** была составлена итоговая матрица SWOT-анализа (Таблица 25).

Таблица 25 –Результаты SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Актуальность проекта. С2. Наличие достоверной информации. С3. Использование современных методов исследования и оценки. С4. Выполнение требований законодательства. С5. Экологичность проекта.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Отсутствие опыта в этой сфере исследования. Сл2. Отсутствие бюджетного финансирования. Сл3. Трудоемкость исследования Сл4. Высокие затраты времени
<b>Возможности:</b> Возможности: В1. Использование по отношению к любому опасному объекту. В2. Уменьшение затрат в результате ЧС В3. Рост потребности в оценке безопасности. В4. Понижение риска ЧС	В1С1С2С3С4С5С6, В2С1С2С3С4С5С6, В3С1С2С3С4С5, В4С1С2С3С4.	В3Сл3Сл4.
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса. У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства У3. Возможность изменения методики оценки устойчивости объекта	У4С1С3С4С5С6С7	У1Сл2, У2Сл1Сл3Сл4, У3Сл2, У4Сл1Сл3Сл4.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

#### 1.4.Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценим готовность проекта к коммерциализации. Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в Таблица 26.

При проведении анализа по таблице, приведенной выше, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта.

Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать. Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i,$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Так, если значение  $B_{\text{сум}}$  получилось от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации. Если от 59 до 45 – то перспективность выше среднего. Если от 44 до 30 – то перспективность средняя. Если от 29 до 15 – то перспективность ниже среднего. Если 14 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам оценки делается вывод об объемах инвестирования в текущую разработку и направления ее дальнейшего улучшения, об уровне

компетенций недостающих разработчику и возможности привлечения требуемых специалистов в команду проекта.

Таблица 26 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	2	2
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	2
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	1	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	1	1
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	2
Итого		26	31

**Вывод:** В данном подразделе анализировалась готовность научного проекта к коммерциализации с помощью балльной оценки различных сторон

проекта, касающихся возможностей коммерциализации.  $B_{\text{сум}}$  по степени проработанности проекта равна 26 баллам – степень проработанности проекта низкая, необходимо проработать все вопросы подготовки проекта коммерциализации.  $B_{\text{сум}}$  по уровню имеющихся знаний у разработчика равна 31 баллу – знания разработчика по внедрению проекта на рынок неполные, необходимо обращаться к услугам консультантов по вопросам реализации научного проекта.

### **1.5.Выбор метода коммерциализации научно-технического исследования**

Выделяют следующие методы коммерциализации научных разработок.

1. Торговля патентными лицензиями, т.е. передача третьим лицам права использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе. При этом в патентном законодательстве выделяющие виды лицензий: исключительные (простые), исключительные, полные лицензии, сублицензии, опционы.
2. Передача ноу-хау, т.е. предоставление владельцем ноу-хау возможности его использовать другим лицом, осуществляемое путем раскрытия ноу-хау.
3. Инжиниринг как самостоятельный вид коммерческих операций предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

4. Франчайзинг, т.е. передача или переуступка (на коммерческих условиях) разрешения продавать чьи-либо товары или оказывать услуги в некоторых областях.
5. Организация собственного предприятия.
6. Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия.
7. Организация совместного предприятия, т.е. объединение двух и более лиц для организации предприятия.
8. Организация совместных предприятий, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение».

Проанализировав перечисленные методы коммерциализации, был выбран наиболее подходящий метод коммерциализации – инжиниринг. Так как все работы по оценке промышленной безопасности и проектированию инженерно-технических мероприятий относятся к работам, напрямую влияющим на безопасность производственных объектов (которые можно далее назвать *услугами*), то их выполняют научно-исследовательские проектные организации, которые входят в соответствующую саморегулируемую организацию и получают допуск к этому виду работ. Таким образом, все перечисленные выше методы коммерциализации, за исключением инжиниринга, затруднены.

## **2. Инициация проекта**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

## 2.1. Цели и результаты создания

В Таблица 27 представлены заинтересованные стороны расчета пожарного риска по двум методикам и ожидания заинтересованных сторон.

*Таблица 27 – Заинтересованные стороны создания схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций.*

<b>Заинтересованные стороны</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
Бородин Ю.В. (научный руководитель, кандидат технических наук, доцент ОКД ИШНКБ)	Выполнение работы в соответствии с планом и применением теоретических знаний по теории риска и изученных методик для расчетов. Получение результатов расчетов риска ЧС; Разработка мероприятий по снижению риска ЧС.
Мантина А.Ю (разработчик, студент ОКД))	Получение навыков в области разработки, применение полученных знаний на практике, разработка мероприятий по снижению риска ЧС..

*Таблица 28 – Цели и результаты создания схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций.*

<b>Цели разработки</b>	<b>Повышение эффективности работы системы промышленной безопасности и охраны труда, снижение потенциального ущерба в результате ЧС</b>
<b>Ожидаемые результаты исследования</b>	Расчет риска возникновения ЧС на участке предварительной подготовки нефти с использованием специализированных программ расчета и с использованием Методики по определению расчетных величин пожарного риска; Разработка схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций.
<b>Требования к результату исследования</b>	Методики расчета времени эвакуации должны полностью соответствовать требованиям, прописанным в нормативной документации по пожарной безопасности. Необходимо учесть различные временные этапы развития опасной производственной ситуации при разработке мер по управлению производственной безопасностью

## 2.2. Организационная структура проекта

Организационная структура рабочей группы представлена в Таблица 29.

*Таблица 29 – Рабочая группа расчета риска ЧС и создания схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций.*

<b>№</b>	<b>ФИО, основное место работы, должность</b>	<b>Роль в проекте</b>	<b>Функции</b>	<b>Трудозатраты, час.</b>
1	Мантина А.Ю	Исполнитель проекта	Работа над реализацией проекта	200
2	Бородин Ю.В	Руководитель проекта	Координация деятельности работы и оказание помощи в реализации проекта	50

В ходе реализации исследования по оценке риска ЧС и созданию схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций, помимо магистранта задействован руководитель магистерской диссертации

### **2.3.Ограничения в выполнении расчета пожарного риска**

Факторы, ограничения и допущения представлены в Таблица 30.

*Таблица 30 – Факторы, ограничения и допущения проекта*

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/допущения</b>
Источник финансирования	Финансирование не осуществляется
Сроки выполнения	12.03.19–1.06.19 г.
Дата утверждения плана управления проектом	14.03.2019 г.
Дата завершения проекта	15.05.2019 г.
Прочие ограничения и допущения	Ограничение по времени работы участниками проекта

## **3. Планирование научно-исследовательских работ**

### **3.1.Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;



- построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в Таблица 31.

*Таблица 31 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей*

<b>Основные этапы</b>	<b>№ работ</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Должность исполнителя</b>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Выдача задания для работы над проектом	Научный руководитель
Выбор направления исследований	3	Постановка цели и задач	Научный руководитель
	4	Календарное планирование работ	Научный руководитель
	5	Поиск и изучение материала по теме	Студент
Теоретические исследования и практические расчеты	6	Подбор необходимого материала и анализ существующих разработок	Студент
	7	Проведение теоретических обоснований	Студент
	8	Расчет риска ЧС на установке предварительной подготовки нефти	Студент
	9	Создание схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций	Студент
	10	Согласование данных с руководителем	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка полученных результатов	11	Оценка и анализ полученных результатов	Студент
	12	Заключение по работе	Студент
Оформление отчета по диссертации	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

### 3.2.Разработка графика проведения научного исследования

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта (Таблица 32 и Таблица 33).

Таблица 32 – Календарный план проекта

№ работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Составление и утверждение темы проекта	2	11.03	12.03	Руководитель
2	Выдача задания по тематике проекта	2	13.03	14.03	Рук. – студент
3	Постановка задачи	3	5.03	7.03	Студент
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	2	11.03	12.03	Рук. – студент
5	Подбор литературы по тематике работы	5	13.03	17.03	Студент
6	Сбор материалов и анализ существующих методик	10	18.03	28.03	Студент
7	Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и обоснований	10	29.03	5.04	Студент
8	Анализ конкурентных методик	7	6.04	13.04	Студент
9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	5	14.04	18.04	Рук. – студ.
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	5	19.04	23.04	Рук. – студ.
11	Оценка эффективности полученных результатов	3	24.04	26.04	Студент
12	Работа над выводами по проекту	3	27.04	29.04	Студент
13	Составление пояснительной записки к работе	21	30.04	20.05	Студент

На основе Таблица 32 был построен календарный план-график (диаграмма Ганта). График был построен для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 11 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует были выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 33 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работы	Вид работы	Исполнители	Тki, кал.дней	Продолжительность выполнения работ							
				Март			апрель			май	
				1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2								
2	Выдача задания по тематике проекта	Рук. – студент	2								
3	Постановка задачи	Студент	2								
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Рук. – студент	3								
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	7								
6	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	3								
7	Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и обоснований	Студент	9								
8	Анализ конкурентных методик	Студент	7								
9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Рук. – студ.	5								
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Рук. – студ.	4								
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	3								
12	Работа над выводами	Студент	3								
13	Составление пояснительной записки к работе	Студент	4								



Руководитель.



Студент.

### 3.3.Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования при выполнении диссертации, необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

Таблица 34 – Материальные затраты (для проектного варианта исполнения)

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.руб	Сумма, руб
Бумага	лист	200	2	400
Картридж	шт	1	1000	1000
Дополнительная литература	шт	2	400	800
Флешка	Гб	8	65	520
Всего за материалы				2720
Транспортно-заготовительные расходы				136
Итого по статье С.м				2856

Таблица 35 – Материальные затраты (для варианта-аналога исполнения)

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.руб	Сумма, руб
Бумага	лист	400	2	800
Маркеры	шт	2	80	160
Ручка	шт	3	40	120
Картридж	шт	2	1000	2000
Дополнительная литература	шт	2	400	800
Флешка	Гб	8	65	520
Всего за материалы				4400
Транспортно-заготовительные расходы				220
Итого по статье С.м				4620

Так как расходы по заработной плате и отчислениям для двух вариантов одинаковы, то считаем их только для одного варианта исполнения.

#### Основная заработная плата исполнителей темы

Данный подпункт включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату. Баланс рабочего времени представлен в Таблица 36.

Таблица 36 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	28	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	219	219

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (студента, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p,$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$Fд$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. пред).

Месячный должностной оклад работника:

$$З_м = З_б \cdot (k_{пр} + k_д) \cdot k_p,$$

где

$З_б$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_д$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

*Таблица 37 – Расчёт основной заработной платы*

Исполнитель	$З_б$	$K_p$	$З_м$	$З_{дн}$	$T_p$	$З_{осн}$	$M$	$Fд$
Руководитель	23264,9	1,3	30244,32	1546,74	16	24747,86	11,2	219
Студент	14874,5	1,3	19336,79	988,91	76	75157,40	11,2	219

### **Дополнительная заработная плата**

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}},$$

где  $З_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты (10 %);

$З_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Таблица 38 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	24747,86	75157,40
Дополнительная зарплата	2474,79	7515,74
Зарплата исполнителя	27222,7	82673,1

### Отчисления на социальные нужды

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр., 30 %).

Руководитель	Студент
8166,8 рублей	24801,9 рублей

### Накладные расходы

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов (16 %).

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляем калькуляцию плановой себестоимости НТИ (Таблица 39).



Таблица 39 – Группировка затрат по статьям

	Покупны е изделия	Основна я зарабо тн ая плата	Дополнительн ая заработная плата	Отчисле ния на социальн ые нужды	Накладн ые расходы	Итого плановая себестоимос ть
Руководит ель		24747,9	2474,79	8166,8	4355,62	39745,07
Студент		75157,4	7515,74	24801,9	13227,70	120702,74
Итого	*2856; 4620	99905,3	9990,53	32968,74	17583,32	*163303,81; 165067,81

*\*первая цифра – для проектного варианта исполнения; вторая цифра – для аналогичного варианта исполнения.*

### 3.4. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где

$I_{\Phi}^p$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

*Для аналогичного варианта исполнения:*

$$165067,81/165067,81=1$$

*Для проектного варианта исполнения:*

$$163303,81/165067,81=0,99$$

***Проектный вариант исполнения дешевле на 1 %.***

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a,$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p,$$

Где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$a_i, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Данные для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности приведены в Таблица 40.

Таблица 40 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта (по пятибалльной шкале)

<b>ПО Критерии</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Текущий проект (с применением специализированных программ)</b>	<b>Аналог (ручной расчет)</b>
<b>Способствует улучшению промышленной безопасности на объекте</b>	0,1	5	5
<b>Удобство в применении методики</b>	0,15	5	2
<b>Степень требовательность к исходным данным</b>	0,15	4	4
<b>Энергосбережение</b>	0,25	4	3
<b>Точность</b>	0,2	5	2
<b>Материалоемкость</b>	0,15	3	5
<b>Итого:</b>	1		

$$I_n = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,15 = 4,3.$$

$$I_a = 5 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 = 3,3.$$

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{\text{финр}}^p$ ) и аналога ( $I_{\text{финр}}^a$ ), определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p},$$

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a},$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

*Таблица 41 – Сравнительная эффективность разработки*

№ п/п	Показатель	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,3	3,3
3	Интегральный показатель эффективности	4,3	3,33
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,77	

Расчет сравнительной эффективности вариантов исполнения исследования показал, выполнение исследования с использованием программного обеспечения эффективней, чем выполнение по аналогичному варианту с использованием расчета вручную.

### **Вывод**

При выполнении данного раздела был проведен сравнительный анализ данной продукции с конкурентами. Выполнен SWOT-анализ, в ходе которого были описаны сильные и слабые стороны проекта, его возможности и угрозы.

Определена трудоемкость выполнения работ и разработан график проведения научного исследования, составлен перечень этапов, работ и распределены исполнители.

Посчитаны материальные расходы на исследование для двух вариантов исполнения, а также основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей темы: руководителя, студента.

Был сформирован бюджет затрат научно-исследовательского проекта по наиболее эффективному варианту. Он равен 163303,81 рубля.

#### 4. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

##### Введение

Понятие «*Социальная ответственность*» сформулировано в международном стандарте ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации». В соответствии со стандартом целями составления настоящего раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Вопросам безопасного ведения технологического процесса на установке подготовки нефти необходимо уделять исключительное внимание. Неправильное выполнение той или иной технологической операции может послужить причиной образования горючей или взрывоопасной среды, привести к авариям и несчастным случаям с травмированием людей.

Суть магистерской диссертации «Управление производственным риском путем исключения критического сочетания факторов риска» состоит в исследовании безопасности технологического процесса подготовки нефти с помощью количественного анализа риска и составлении мероприятий по снижению риска ЧС на площадке установки подготовки нефти.

Исследования проводились на базе ОАО «ТомскНИПИнефть» в группе промышленной безопасности и инфраструктурных объектов. Потенциальным потребителем исследования является ПАО «Роснефть».

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрим рабочую зону оператора технологической установки подготовки нефти в насосном блоке.

Вопросы, связанные с социальной ответственностью, регулируются государством через законы. Российский специалист обязан знать и соблюдать законодательство в данной области, что позволит минимизировать негативное действие производства и проектируемых разработок.

## **1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

### Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 – ФЗ каждый работник имеет право на [10]:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

Кроме этого, по результатам специальной оценки условий труда определяются ряд компенсаций и льгот для работников, выполняющих свои трудовые обязанности во вредных условиях:

- Повышенный размер оплаты труда
- Сокращенная рабочая неделя
- Льготная пенсия
- Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск
- Лечебно-профилактическое питание.

### Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

Работа насосов полностью автоматизирована. В автоматическом режиме процессы управления всеми агрегатами осуществляются в установленной последовательности без участия обслуживающего персонала, роль которого при этом сводится к наладиванию, периодическому осмотру и наблюдению за состоянием аппаратуры и оборудования в процессе эксплуатации.

Рабочее место оператора для обеспечения производственной деятельности оборудуется креслом (стулом, сиденьем) с регулируемым наклоном спинки и высотой сиденья. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [12]. Оно должно занимать площадь не менее 4 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем – не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 х 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности. Длина подставки 400 мм, ширина – 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 – 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

## **2. Производственная безопасность**

С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы в работе оператора установки подготовки нефти, которые могут возникать при работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

### **2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований**

Проведенный анализ потенциально возможных вредных и опасных производственных факторов был выполнен по ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [13]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в

Таблица 42.

Таблица 42 – Опасные и вредные производственные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Утечка опасного вещества (реагента, газа, паров нефти) из трубопроводов или оборудования	1.Повышение уровня ПДКрз опасных веществ в воздушной среде		ГН 2.2.5.3532-18 [14]
Движущиеся части машин и механизмов в технологическом оборудовании	2. Вибрация		СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [16]
Нагрев поверхностей технологического оборудования	3. Неудовлетворительный микроклимат		СанПиН 2.2.4.548-96 [17];
Движущиеся части машин и механизмов в технологическом оборудовании	4. Повышенный уровень шума на рабочем месте;		СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [18]
Неудовлетворительное освещение	5. Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны.		СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [19]
Ведение технологического процесса на УПН	6. Тяжесть трудового процесса		Р 2.2.2006-05 [20]
Ведение технологического процесса на УПН		7. Поражение электрическим током	ГОСТ Р 12.1.019-2009 [21]

## 2.2.Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

### 1. Воздушная среда

Воздействие химического вредного фактора связано с утечкой опасного вещества (газа, нефти) из трубопроводов или оборудования. Пары нефти и продуктов ее переработки, а также углеводородные газы действуют главным образом на центральную нервную систему. Признаки отравления этими веществами чаще всего проявляются в головокружении, сухости во рту,



головной боли, тошноте, сердцебиении, общей слабости, в тяжелых случаях — потере сознания.

Наиболее опасными отравляющими свойствами обладают нефти, содержащие значительные количества сернистых соединений и особенно сероводород. Опасность отравления при обращении с сернистой нефтью состоит в комбинированном действии углеводородов и сероводорода.

*Метан* – газ, входящий в состав нефтяного и природного газа. ПДК составляет 300 мг/м<sup>3</sup> [27]. *Сероводород* – бесцветный ядовитый газ с характерным запахом, который резко ощущается при малых концентрациях (1:1 000 000), а при больших концентрациях ощущение запаха сероводорода почти незаметно, т.к. наступает частичный паралич окончаний нерва органа обоняния. ПДК сероводорода в воздухе составляет 10 мг/м<sup>3</sup>; в смеси с углеводородами – 3 мг/м<sup>3</sup> [27].

*Применяемые на объекте средства защиты от химического фактора:*

Ограждение места разлива нефти; установка предупреждающих знаков при проливе нефти; контроль воздушной среды с помощью газоанализаторов, система блокировки оборудования и сигнализации при достижении критических параметров давления и температуры.

Класс условий труда по воздушной среде соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [15].

**2. Технологическая вибрация**

Источником общей вибрации в рабочей зоне являются движущиеся части насосного оборудования, которые вращаются с частотой до 3000 об/мин.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в

физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

Допустимые нормы для общей вибрации для помещения насосной указаны в Таблица 43.

Таблица 43 –Предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч)

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_0$ , $Y_0$ , $Z_0$							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с <sup>2</sup>		дБ		(м/с)·10 <sup>-2</sup>		дБ	
	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1окт
1,6	0,035		91		0,350		97	
2,0	0,032	0,056	90	95	0,250	0,500	94	100
2,5	0,028		89		0,180		91	
3,15	0,025		88		0,130		88	
4,0	0,022	0,040	87	92	0,089	0,180	85	91
5,0	0,022		87		0,070		83	
6,3	0,022		87		0,056		81	
8,0	0,022	0,040	87	92	0,045	0,089	79	85
10,0	0,028		89		0,045		79	
12,5	0,035		91		0,045		79	
16,0	0,045	0,079	93	98	0,045	0,079	79	84
20,0	0,056		95		0,045		79	
25,0	0,070		97		0,045		79	
31,5	0,089	0,160	99	104	0,045	0,079	79	84
40,0	0,110		101		0,045		79	
50,0	0,140		103		0,045		79	
63,0	0,180	0,320	105	110	0,045	0,079	79	84
80,0	0,220		107		0,045		79	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни		0,040		92		0,079		84

Как средство защиты от вредного воздействия вибрации для данной рабочей зоны применяется контроль уровня вибрации и динамическая балансировка механизмов оборудования.

Класс условий труда по вибрации соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [15].

### 3. Микроклимат

Работа оператора УПН предусматривает работу в диспетчерской и на производственных площадках при обслуживании технологического оборудования.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха (СП 2.2.1.1312-03).

Нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений приведены в Таблица 44.

*Таблица 44 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений*

Сезон года	Категория тяжести и работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальное значение	Допустимое значение	Оптимальное значение	Допустимое значение	Оптимальное значение	Допустимое значение
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодный	1а	22–24	20–25	60–40	15-75	0,1	0,1
Теплый	1а	23–25	21–28	60–40	15-75	0,1	0,1–0,2

Для нормализации параметров микроклимата осуществляются следующие мероприятия: использование СИЗ – сезонной спецодежды. Кроме этого, спроектирована система вентиляции для поддержания допустимых параметров микроклимата в диспетчерской.

По результатам специальной оценки условий труда, температура воздуха соответствует 21 °С, относительная влажность воздуха – 40 %, скорость движения воздуха – 0,1 м/с. Класс условий труда по микроклимату соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [15].

#### 4. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Источниками повышенного уровня шума, воздействующего на оператора УПН являются движущиеся части машин и механизмов в технологическом оборудовании.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для оператора УПН представлены в Таблица 45.

*Таблица 45– Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест*

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука ( дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

#### Применяемые средства защиты от шума на объекте:

Контроль уровня шума (на слух) и динамическая балансировка механизмов оборудования, применение звукоизолирующих ограждений – кожухов оборудования.

По результатам специальной оценки условий труда, эквивалентный уровень звукового давления составляет 76 дБА. По вредному фактору «Шум» присвоен класс 2 – допустимые условия труда [15].

## 5. Освещенность

Рабочая зона оператора УПН – это дистанционная работа за компьютером, а также обслуживание технологических площадок. Применяется совмещенное освещение (комбинация искусственного и естественного освещения), одностороннее-боковое освещение.

В качестве источников света при искусственном освещении преимущественно светодиодные светильники. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные.

Нормы по освещению рабочей зоны в насосной приведены в Таблица 46.

*Таблица 46 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений*

Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО е <sub>н</sub> , %		КЕО е <sub>н</sub> , %	
При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	Р, не более	Кп %, не более	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
Всего	В том числе от общего							
750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9

Для насосных кроме рабочего освещения необходимо предусматривать аварийное освещение, так как отключение рабочего освещения может затруднить обслуживание насосной и вызвать аварийную ситуацию.

Таблица 47– Нормы аварийного освещения

Нормируемая освещенность $E_n$ , на горизонтальной поверхности, лк, не менее	Предельная равномерность освещенности $E_{мин}/E_{макс}$ , не более	Продолжительность работы аварийного освещения, ч	Режим включения аварийного освещения
10% нормируемой освещенности для общего рабочего освещения, но не менее 15	1:10	Определяется временем, при котором существует опасность для людей	Должно обеспечивать 100% нормируемой освещенности через 0,5 с после нарушения питания рабочего освещения

Класс условий труда по освещенности соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [15].

### **6. Тяжесть трудового процесса**

Работа оператора установки подготовки нефти характеризуется повышенной тяжестью трудового процесса, в первую очередь связанной с большим числом перемещения работника в пространстве, как по вертикали, так и по горизонтали.

Таблица 48 – Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом в течение смены, км.

Класс (подкласс) условий труда			
оптимальный	допустимый	вредный	
1	2	3.1	3.2
По горизонтали:			
до 4	до 8	до 12	более 12
По вертикали:			
до 1	до 2,5	до 5	более 5

Для снижения показателей тяжести труда необходимо организовать рациональные режимы труда и отдыха и оптимизировать маршрут обхода оборудования.

Класс условий труда по тяжести трудового процесса соответствует вредному 1 степени (подкласс условий труда – 3.1) [15].

## **7. Электробезопасность**

Основные непосредственные причины электротравматизма:

- Контакт с токоведущими частями под напряжением при повреждении изоляции кабелей, проводов или обмоток электродвигателей и электрического соединения токоведущих частей с указанными конструкциями.
- Контакт с металлоконструкциями в случае пробоя на корпус оборудования.
- Появление шагового напряжения.

Насосная классифицируется как помещение с повышенной опасностью с точки зрения поражения электрическим током (возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой) [23].

Для предотвращения поражения электрическим током оборудование насосной должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации, а также должны присутствовать оградительные и предупредительные устройства, знаки безопасности. Кроме того, необходимо использовать кабели с усиленной изоляцией и применять малые напряжения.

**Вывод:** при исправных технических средствах электротравматизм сводится к минимуму.

## **3. Экологическая безопасность**

### **3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

*Санитарно-защитная зона объекта.*

Здание рассматриваемой насосной станции является частью площадки установки подготовки нефти, которая в свою очередь относится к объектам 1-го класса с нормативной санитарно-защитной зоной 1000 м [26].

#### *Защита атмосферы.*

Выбросы в атмосферу от насосной станции представлены в основном углеводородами C1 – C10. Выбросы происходят в результате утечки нефти и дальнейшего ее испарения. Метод обезвреживания – рассеивание в атмосфере. Выбросы в атмосферу производятся в пределах ПДВ, установленного в проектной документации. Так как производственный процесс в нормальном состоянии герметизированный, то воздействие на атмосферу минимально.

*Таблица 49 – Нормирование углеводородов [27]*

Наименование вещества	Величина ПДК (мг/м <sup>3</sup> )		Класс опасности
	максимальная разовая	среднесуточная	
Смесь предельных углеводородов C1 – C5	200,0	50,0	4
Смесь предельных углеводородов C6 – C10	50,0	5,0	4
Бензол	15	5	2
Ксилол	50	-	3
Толуол	50	–	3

#### *Защита гидросферы*

На территории площадки установки подготовки нефти предусмотрена система очистки ливневых стоков в режиме динамического отстаивания. Очищенная вода с территории УПН подается в систему поддержания пластового давления на блок кустовых насосных станций. Следовательно, воздействие на поверхностные и подземные водные объекты отсутствует. Шламосодержащие стоки производственных сточных вод от промывки сбрасываются в инвентарные емкости и вывозятся на полигон по сбору и утилизации промтоходов. Нормативная массовая концентрация нефти в стоках не более 50 мг/л, механических примесей – не более 50 мг/л.



Воздействие на гидросферу минимальное.

*Защита литосферы.*

Насосный блок производит следующие виды отходов:

- Шлам очистки трубопроводов и емкостей от нефти;
- Мусор от бытовых помещений;
- Стекланный бой незагрязненный;
- Мусор от уборки территорий;
- Отходы бумаги и картона;
- Обтирочный материал, загрязненный маслами, в количестве менее 15 %;
- Лом черных металлов в кусковой форме незагрязненный (огнетушители);

Сбор отходов 3 и 4 класса опасности осуществляется в герметичной, механически прочной, коррозионно-устойчивой таре и передается в сервисную организацию по обращению с отходами. Остальные отходы вывозятся на полигон по сбору и утилизации промотходов.

Воздействие на литосферу минимальное.

#### **4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:**

##### **4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований**

На территории насосного блока могут произойти ЧС, связанные со взрывом, пожаром, загрязнением территории, распространением токсических продуктов горения в атмосфере. Основные поражающие факторы – тепловое излучение, открытое пламя, ударная волна и осколки разрушенного оборудования, интоксикация персонала продуктами сгорания нефти.

Причины возникновения аварий:

4. Разрушение (разгерметизация) технологического оборудования, трубопроводов и арматуры.

5. Ошибки персонала;
6. Внешние воздействия природного и техногенного характера.

В основной части было показано, что для насосного блока начальным событием для аварийных ситуаций является утечка нефти в результате разрушения насосов или подводящего трубопровода.

*Таблица 50 – Взрывопожароопасные и токсические свойства сырья, продукции, обращающихся в технологическом процессе подготовки нефти*

Вещество	Класс опасности	Температура, °С			НКПР %	ВКПР, %
		всп	воспл	само воспл		
Нефтяная эмульсия	3	21	–	260–310	5	15
Попутный нефтяной газ	4	–	–	356	5	15
Асфальтосмолопарафиновые отложения	3	–	–	–	Не регламентировано	
Реагент-деэмульгатор	4	47	–	340	5,5	44
Реагент-ингибитор коррозии	3	–	–	320	Не регламентировано	

Согласно СП 12.13130.2009 [28] помещение насосной относится к категории А – повышенная взрывопожароопасность.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А – Повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа

Согласно ПУЭ, помещение насосной относится к категории П-I [23].

Категория помещения	Характеристика зоны
П-I	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°С.

Согласно статье 8 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [24] класс пожара в насосной УПН – В (пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов).

Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями:

- Подбор электрооборудования во взрывобезопасном исполнении;
- Сбор остатков жидких продуктов из оборудования при его остановке на ремонт осуществляется в дренажные емкости с последующим возвратом в систему, пары удаляются на факельную систему;
- Защита труб и сооружений от коррозии;
- Работы по наладке, ремонту, испытанию оборудования, систем контроля и управления, противоаварийной автоматической защиты должны исключать искрообразование. На проведение таких работ во взрывоопасных зонах оформляется наряд-допуск, разрабатываются меры, обеспечивающие безопасность организации работ.

#### **Действия персонала по локализации и ликвидации аварии**

*Лицо, обнаружившее происшествие:*

1. Предупреждает об опасности людей в опасной зоне.
2. Оповещает центральную инженерно-технологическую службу (ЦИТС).
3. Оповещает начальника смены УПН.

*Начальник смены УПН:*

1. Получив сообщение об аварии или визуальный и звуковой сигнал в операторной оценивает ситуацию. Сообщает диспетчеру пожарной охраны, начальнику УПН (зам.начальнику УПН), начальнику смены ЦИТС и далее по схеме оповещения.
2. Объявляет на УПН аварийное положение.
3. Дает указание:
  - 3.1. Всему персоналу использовать СИЗ, противогазы
  - 3.2. Подготовить первичные средства пожаротушения.

3.3.Развернуть пожарно-техническое вооружение от ближайшего блока пожарных гидрантов и контролировать работу штатной системы пожаротушения.

3.4.Отключить аварийный участок.

4. Проводит переключение всех необходимых задвижек посредством АРМ оператора.

5. Руководит работой ПАСФ.

## **Выводы**

В разделе «Социальная ответственность» рассматривалась рабочая зона в насосной перекачки нефти. Исследовались вредные и опасные факторы, существующие при работе в помещении насосной. Установлено, что рабочее место по результатам СОУТ относится к классу 3.1 – вредные условия труда 1 степени.

По результатам анализа вредных и опасных факторов был определен комплекс применяемых средств коллективной защиты и индивидуальной защиты, меры по контролю загазованности рабочей зоны.

При анализе влияния насосной на окружающую среду затрагивались вопросы защиты селитебной зоны, защиты атмосферы, гидросферы, литосферы. Было определено, что для всего предприятия – установки подготовки нефти необходимо обустраивать санитарно-защитную зону в 1000 м. Установлено, что воздействие на окружающую среду минимально благодаря герметизированному процессу производства, непревышению нормативов ПДВ загрязняющих веществ в атмосферу, отлаженной системе обращения с отходами.

При анализе вероятных ЧС было определено начальное событие ЧС – утечка нефти в результате разрушения насосов или подводящего трубопровода. Определены мероприятия по предотвращению пожароопасных ЧС, а также действия персонала по локализации и ликвидации ЧС.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной магистерской диссертации на примере вновь проектируемой установки подготовки нефти было проведено исследование безопасности технологического процесса. Расчет рисков проводился по методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. N 404).

Рассчитаны отдельно значения индивидуального риска на территории площадки УПН ( $2,8 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>) и для здания диспетчерской УПН ( $3 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>). Таким образом, значения индивидуального риска гибели работника в здании диспетчерской установки подготовки нефти и на территории площадки подготовки нефти, в сумме и по отдельности превышают нормативное значение  $10^{-6}$  в год. Это означает, что *необходимость в разработке и выполнении мероприятий для снижения значений индивидуального риска подтверждена*. В целом для площадки подготовки нефти необходимо разработать и выполнить целый комплекс мероприятий, направленных на снижение значений индивидуального риска и предотвращение воздействия опасных факторов аварии.

Выполненные нами расчеты в процессе выполнения задач исследования дают ясное представление:

- О количестве опасных веществ, участвующих в аварии и в образовании поражающих факторов аварии. Было показано, что *в парке резервуаров может произойти самая тяжелая авария по последствиям* из-за наибольшего количества опасных веществ, участвующих в создании поражающих факторов при горении пролива (1282 т) и позднем взрыве (228 кг).
- О площадях возможных аварий на потенциально опасных блоках установки подготовки нефти;

- О зонах поражения человека опасными факторами ЧС на потенциально опасных блоках установки подготовки нефти;
- О частотах аварийности типового оборудования, используемого на объекте. Было показано, что самый уязвимый блок с точки зрения частоты возможных аварий – насосный блок (по данным о частоте разгерметизации типового оборудования, приведенным в методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах). Частота полного разрушения насосного оборудования  $1 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$ .

Указаны инженерно-технические мероприятия, разработанные для снижения значения индивидуального риска на объекте, включают в себя:

- Решения по исключению разгерметизации оборудования, трубопроводов, и исключению выбросов опасных веществ;
- Решения, направленные на локализацию выбросов;
- Противопожарные технические решения;
- Решения для защиты от проявлений электрического тока и статического электричества;
- Решения против искрообразования;
- Решения по молниезащите.

Результаты исследования применимы при проектировании и эксплуатации объектов по подготовке нефти, в качестве решений, входящих в документацию на проектирование.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Мантина А. Ю., Бородин Ю. В. Контроль опасных производственных ситуаций как часть управления производственной безопасностью //Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 22-24 ноября 2018 г.—Томск, 2018. – 2018. – С. 321-325.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. N 404 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах".
2. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2017 году // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору URL: <https://qps.ru/Cd0yF> (дата обращения: 24.03.2019).
3. Федеральный закон от 21 июля 1997 года N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
4. Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации».
5. РД 03-357-00 Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта.
6. Руководство по безопасности "Методические рекомендации по разработке обоснования безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса" (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30.09.2015 г. N 387).
7. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ.
8. Руководство по безопасности "Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи".
9. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.



10. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019
11. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)
12. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
13. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015
14. ГН 2.2.5.3532-18 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны".
15. Результаты специальной оценки условий труда в ПАО «Роснефть».
16. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы
17. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
18. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"
19. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
20. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

- 21.ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда.  
Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 22.ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2)
- 23.Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
- 24.Долин П. А. Справочник по технике безопасности. – Энергоатомиздат, 1984.
- 25.Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ.
- 26.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов"
- 27.ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»
- 28.СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
- 29.СП 3.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности" (утв. Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 N 173).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Literature review

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Мантина Анастасия Юрьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	К.Т.Н		

Консультант – лингвист отделения ОИЯ ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ажель Юлия Петровна	-		

## **Description of the oil preparation site as an object of emergency risk assessment**

The purpose of the oil field treatment is degassing, dehydration, desalting and stabilization. Crude oil refining processes in the field are carried out at oil treatment plants and oil complex treatment plants.

The oil treatment unit is intended for receiving oil products, its preliminary separation into oil, associated petroleum gas and produced water and the subsequent preparation of oil to commercial quality. In addition, at the oil treatment plant, the commercial oil is counted, the associated gas is taken into account and utilized, and the commercial oil is pumped into the pipeline. Block automated installation for the preparation of oil is designed for efficient heating, dehydration and desalting of oil emulsions and the preparation of commercial oil.

The structure of the oil treatment plant consists of:

### **1. Technological platform, including:**

- Connection block;
- First stage separation unit with gas separators;
- Block oil sludge;
- Second stage separation unit;
- Furnace block;
- Oil metering unit;
- Gas metering unit;
- Reagent management units;
- Buffer tanks;
- Drainage tanks;
- Process piping.

2. The site of the tank farm with pumping, including:

- Process tank units;
- Pumping internal oil pumping №№1, 2;
- Pumping external pumping.

3. Gas flares.

4. Pressure regulators.

5. Booster compressor station.

According to Appendix 1 of the Federal Law of the Russian Federation No. 116-FZ “On Industrial Safety of Hazardous Production Facilities” dated July 21, 1997, the oil treatment installation site is classified as a hazardous production facility.

### **Hazardous production situations arising at the oil treatment site**

The analysis of the accidents has shown that at similar objects accidents accompanied by explosions, fires, pollution of the territory, the spread of toxic products of combustion in the atmosphere are possible. In the event of accidents, the main damaging factors are thermal radiation, open flame, shock wave and fragments of destroyed equipment, intoxication of personnel with products of oil combustion.

Causes of accidents are divided into three groups:

1. The destruction (depressurization) of the process equipment, pipelines and valves and failures of the emergency protection systems of the facility.

2. Errors, delay, inaction of staff in regular and emergency situations due to unauthorized actions of personnel.

3. External impacts of natural and man-made nature.

## **Methodology for assessing the safety of an oil preparation process**

In this paper, an analysis of the risk of flammable emergencies at the oil treatment site belonging to the hazard class 1 is carried out.

At various stages of the hazardous production facility life cycle, the main objective of analyzing the risk of accidents is achieved by setting and solving relevant tasks depending on the required completeness of the accident hazards analysis. They are determined by the conditions for developing the industrial safety declaration, special technical conditions, safety justification of the hazardous production facility, the quantitative assessment report accident risk and other documents involving the results of an accident risk analysis.

At the stage of justifying investments, designing, preparing technical documentation or locating a hazardous production facility, it is recommended to solve the following problems of the accident risk analysis:

- identification of the hazards of the accidents and the qualitative and (or) quantitative assessment of the risk of accidents, taking into account the impact of the damaging factors of the accident on personnel, population, property and the environment;
- justification of the best options for the application of technical and technological solutions, the placement of technical devices, buildings and structures, components and the most dangerous production facility, taking into account the location of nearby objects of production and transport infrastructure, features of the surrounding area, as well as territorial zones (security, sanitary protection, residential, business and public, recreational);
- use of information about the hazards of accidents in the development of enterprise standards, instructions, process regulations and action plans for the localization and liquidation of the consequences of accidents at hazardous production facilities;

- determination of the danger degree of the accidents for the selection of the safest design solutions;
- justification, adjustment and modernization of organizational and technical security measures;
- development of sound recommendations to reduce the risk of accidents at hazardous production facilities and (or) its components.

At the stages of commissioning, conservation or liquidation of hazardous production facility, it is recommended to solve the following problems of analyzing the risk of an accident:

- clarification of the identification of accident hazards with an assessment of the likelihood and possible consequences of the accident, the actualization of previously obtained qualitative or quantitative risk assessments of accidents;
- clarification of the degree of accidents danger and assessment of the adequacy of special measures to reduce the risk of accidents during the transition period.

At the stages of operation, reconstruction or technical re-equipment of a hazardous production facility, it is recommended to solve the following problems of analyzing the risk of an accident:

- clarification and updating of the data on the main accident hazards including the information provided in the industrial safety declaration of a hazardous production facility, information on the assessment of the maximum possible number of victims for liability insurance purposes; technical data and organizational information on the survey of the technical condition of the object;
- determination and monitoring of the frequency of diagnosing technical devices, buildings and structures at a hazardous production facility, including non-destructive testing methods;

- monitoring of the emergency danger degree and evaluation of measures effectiveness to reduce the risk of accidents at a hazardous production facility, evaluate the effectiveness of industrial safety management systems;
- development of safety recommendations and, if necessary, adjustment of the measures to reduce the risk of accidents.

Improvement of operating and maintenance instructions, action plans for the localization and response to accidents at a hazardous production facility.

### **Hazard Identification**

The main tasks of the hazard identification stage are to identify and clearly describe all the sources of hazards and their implementation scenarios.

At the stage of identifying the hazards of accidents it is recommended:

- to determine the sources of possible incidents and accidents related to the destruction of structures and (or) technical devices at a hazardous production facility, uncontrolled emissions and (or) explosions of hazardous substances;
- to carry out the separation of the hazardous production facility into its component parts (components of the hazardous production facility), if it is necessary to analyze the risk of accidents; to identify the typical causes of accidents at a hazardous production facility or its components;
- to determine the main (typical) accident scenarios with their preliminary assessment and ranking, taking into account the consequences and likelihood, while considering the initiating and subsequent events leading to the possible occurrence of damaging accident factors.

At the stage of identifying hazards, preliminary recommendations can be made on reducing the hazards of accidents with an assessment of their sufficiency or conclusions on conducting a more detailed analysis of the hazards and assessment of the risk of accidents.



## **Risk assessment**

At the stage of accident risk assessment depending on the objectives methods for quantitative risk assessment of accidents (priority), methods for qualitative risk assessment of accidents or their possible combinations (semi-quantitative risk assessment of accidents) can be used. It is recommended to consistently carry out a qualitative and (or) quantitative assessment of the possibility of the occurrence and the development of incidents and accidents;

- severity of the consequences and (or) damage from possible incidents and accidents;
- accident hazard and the associated threat in the values of risk indicators.

To assess the frequency of initiating and subsequent events in the analyzed accident scenarios, it is recommended to use:

1. statistical data on accidents, reliability of technical devices and technological systems meeting the industry-specific specifics of a hazardous production facility or type of production activity;
2. logical-graphic methods “Analysis of event trees”, “Analysis of failure trees”, simulation models of the accidents at a hazardous production facility;
3. expert knowledge in the field of the accidents and injuries at hazardous production facilities in various industries, energy and transport.

Assessment of the consequences and damage from possible accidents includes a description and determination of the extent of possible impacts on people, property and (or) the environment.

The results of the accident risk assessment can contain qualitative and (or) quantitative characteristics of the main hazards of the occurrence, development and consequences of accidents, and it is recommended that an analysis of the uncertainty

and reliability of the results obtained, including the impact of the source data on the calculated risk indicators.

Where necessary, the analysis of the accidents risk can be limited only by obtaining individual risk indicators at the RA and (or) its components depending on the assigned tasks.

For the purpose of comparison and completeness of the hazard assessment, it is recommended to include the calculation results for the scenarios among the whole variety of the considered scenarios:

- accidents with the most serious consequences - as the most unfavorable variant of the accident development (as a rule, the least probable) and the most dangerous in terms of the consequences of an accident impact. Such scenarios are characterized, for example, by complete destruction of a single container or reservoir (or group of reservoirs) with maximum release of a hazardous substance; untimely actions of personnel to localize the accident and unfavorable topographical and meteorological conditions for the spread of hazardous substances;
- the most probable (typical) accidents - options for the development of an accident with less severe consequences, but more likely conditions for the development of the accident, as well as those accident scenarios that most fully characterize the existing hazards and the specifics of the object. Such scenarios are associated, for example, with partial destruction of capacitive equipment or pipelines with leakage of hazardous substances from openings with a diameter of 10 to 30 mm, with the release and spread of hazardous substances under weather conditions most likely for a given area.

## **Establishing the degree of accidents danger at hazardous production facilities**

At the stage of establishing the degree of accidents danger at a hazardous production facility, it is recommended to make comparisons of the values of the obtained hazard indicators and the accident risk estimates with:

- acceptable risk of an accident and (or) a level justified at the stage of planning and organizing an analysis of the accidents risk;
- accident risk values at other components of a hazardous production facility;
- background accident risk for this type of hazardous production facility or similar hazardous facilities with a background risk of death in man-made accidents;
- accident risk values obtained by taking into account actual deviations from industrial safety requirements and the possible and actual implementation of the compensating measures.
- establishment of the degree of accidents danger at a hazardous production facility and identification of the most hazardous components at a hazardous production facility are needed to develop the sound recommendations for reducing the risk of an accident at a hazardous production facility that may be of an organizational and (or) technical nature.

### **Development of the risk reduction guidelines**

At the stage of developing measures to reduce the risk of the accidents, it is recommended to plan and develop as priority:

- reasonable recommendations to reduce the accident risk of the most dangerous components at a hazardous production facility;
- ways to prevent the occurrence of possible incidents and accidents at hazardous production facilities.

The selection of recommendations for reducing the risk of an accident has the following priorities:

- measures reducing the likelihood of an accident should include: reducing the likelihood of the incidents; reducing the likelihood of an incident becoming an accident;
- measures reducing the severity of the consequences of possible accidents should include:
- reducing the likelihood of an escalation of accidents, when the consequences of any accident become the direct cause of the accident in the neighboring constituent parts
- reducing the likelihood of finding groups of people in the areas of damaging factors of accidents;
- limiting the possibility of increasing the scale and intensity of the impact of the damaging factors of the accident;
- reducing the likelihood of an accident developing under the most dangerous scenarios of a possible accident;
- increasing the required level of reliability of the emergency protection system, means of active and passive protection against the effects of damaging accident factors;
- preparedness measures for localization and liquidation of the accidents consequences.

The following methods are recommended as priority methods for preventing possible incidents and accidents:

- passive protection with an effective distance (including physical barriers) from the dangerous effects of damaging factors of possible accidents at the design stage of a hazardous production facility;

- active protection from the escalation of an emergency hazard into a threat of an accident to human life and health, property and the environment at the stage of operation of a hazardous production facility.

It is also possible to limit the areas of possible accidental spills by building engineering structures, increasing the explosion protection of buildings and structures on the territory of a hazardous production facility, installing gas sensors, informing staff about the hazards of accidents, choosing supporting structures, stop valves etc.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПЕРЕЧЕНЬ ФАКТОРОВ И ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН, СПОСОБСТВУЮЩИХ ВОЗНИКНОВЕНИЮ И РАЗВИТИЮ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТЕ

Характерные участки объекта	Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий	Возможные причины аварий
Площадка сепарации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обращение в технологических процессах горючих и взрывоопасных веществ.</li> <li>• Высокий газовый фактор пластовой нефти.</li> <li>• Обращение в технологическом процессе значительных количеств опасных веществ.</li> <li>• Концентрация оборудования на ограниченной территории.</li> <li>• Образование взрывоопасных концентраций углеводородов при проведении зачистных или ремонтных работ в емкостях.</li> <li>• Возможность накопления заряда статического электричества при движении нефтепродуктов по трубопроводам.</li> <li>• Возможность разрушения аппаратов при наличии гидратных пробок.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физический износ, механические повреждения, температурные деформации оборудования и трубопроводов.</li> <li>• Коррозия оборудования трубопроводов.</li> <li>• Прекращение подачи электроэнергии. Нарушение технологических режимов.</li> <li>• Внешние воздействия природного и техногенного характера.</li> <li>• Ошибки, запаздывание, бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала.</li> <li>• Преднамеренные действия.</li> </ul>
Площадка резервуарного парка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Концентрация опасного вещества в единичном резервуаре.</li> <li>• Возможность образования взрывоопасных концентраций углеводородов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Коррозия корпуса.</li> <li>• Разрушение сварных соединений</li> <li>• Искривление формы оболочки из-за низкого качества ее монтажа или некачественного исполнения фундамента.</li> <li>• Оседание основания, вызванного эрозией или промерзанием грунта.</li> <li>• Повреждение днища коррозией или примесями с абразивными свойствами.</li> <li>• Несанкционированные действия.</li> </ul>
Внутриплощадочные трубопроводы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значительная протяженность внутрицеховых трубопроводов по территории площадки, отсутствие по трассе их прокладки ограничителей пролива в случае их катастрофического разрушения.</li> <li>• Возможность накопления заряда статического электричества при движении нефтепродуктов по трубопроводам.</li> <li>• Возможность разрушения коммуникаций при наличии гидратных пробок.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физический износ, механические повреждения трубопроводов.</li> <li>• Коррозия трубопроводов.</li> <li>• Оседание свайного основания эстакад, вызванного эрозией или промерзанием грунта.</li> <li>• Внешние воздействия природного и техногенного характера</li> <li>• Ошибки, запаздывание, бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала.</li> <li>• Преднамеренные действия.</li> </ul>

# **ПРИЛОЖЕНИЕ В. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ, УЧАСТВУЮЩИХ В АВАРИИ, В ОБРАЗОВАНИИ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ АВАРИИ**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Расчет массы и объема разлива жидкости	Реагентное хозяйство (по метанолу)	Блок печей (по нефти)	РВС-5000 (по нефти)	Насосный блок (по нефти)	Узел учета нефти	Блок сепараторов (по нефти) для позднего взрыва	Блок сепараторов (по газу) для раннего взрыва
2	Длина трубы, м	0,00	0	0	50	100	0	0
3	Диаметр трубы, м	0,00	0	0	0,2	0,2	0	0
4	Напор, кг/с	0,00	0	0	0,027777778	0,027777778	0	0
5	Время отключения трубопровода, с	0,00	0	0	300	300	0	0
6	Плотность ЛВЖ, кг/м3	786,90	855,00	855,00	855,00	855,00	855,00	0,656
7	Объем трубы, м3	0,00	0	0	1,570796327	3,141592654	0	0,0
8	Объем аппарата, м3	4	1,8	5000	0	0	200	200
9	Объем ЛВЖ, до откл трубопровода, V1т, м3	0,00	0	0	8,333333333	8,333333333	0	0
10	Объем ЛВЖ, после откл трубопровода, V2т, м3	0,00	0	0	1,570796327	3,141592654	0	0
11	Объем ЛВЖ, вышедший из трубопровода, Vт, м3	0,00	0	0	9,90412966	11,47492599	0	0
12	Объем ЛВЖ, вышедший из аппарата, Vа, м3	4	1,8	5000	0	0		
13	Масса ЛВЖ, кг	3147,60	1539	4275000	8468,030859	9811,061719	171000	131,2
14	Объем ЛВЖ, м3	4,00	1,8	5000	9,90412966	11,47492599	200	200
15								
16	Расчет площади пролива и массы испарившегося газа	Метиловый спирт						
17	Козф.разлития fr, м-1	5,00						
18	Время испарения t, с	3600,00	3600,00	3600,00	3600,00	3600,00	3600,00	
19	Козф.воздушного потока n	1	1	1	1	1	1	
20	Молярная масса М, кг/кмоль	32,04	48	48	48	48	48	44
21	Козф. А	7,3527						
22	Козф. В	1660,454						
23	Козф. СА	245,818						
24	Температура расчетная, С	35	35	35	35	35	35	35
25	Давление насыщенных паров Пн, кПа	66,70000	66,70000	66,70000	66,70000	66,70000	66,70000	
26	Интенсивность испарения W, кг с-1 м-2	0,00037754792	0,00015582157	#####	0,00048211118	0,00048211118	0,000462111	
27	Площадь разлива жидкости F, м2	18,00	144,00	1369,87	49,5206483	57,37462993	144	0
28	Масса испарившегося с пов-ти газа m, кг	24,47	80,78	2278,92	82,38	95,45	239,56	
29	коэффициент участия во взрыве Z	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	масса пара, участвующего во взрыве	2,446510553	8,077790009	227,8915951	8,238255842	9,544844352	23,9558423	13,12

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ БЛОКИРОВАНИЯ ЭВАКУАЦИОННЫХ ПУТЕЙ В ЗДАНИИ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ.

*Результаты расчета времени блокирования эвакуационных выходов (Сценарий С1)*

Параметр	Значение
Высота	1,7
Время блокирования:	
По повышенной температуре	56
По потере видимости	41
По пониженному содержанию O <sub>2</sub>	83
По концентрации CO <sub>2</sub>	Не достигается
По концентрации CO	Не достигается
По концентрации HCl	Не достигается

*Результаты расчета времени блокирования эвакуационных выходов (Сценарий С2)*

Параметр	Значение
Высота	1,7
Время блокирования:	
По повышенной температуре	59
По потере видимости	44
По пониженному содержанию O <sub>2</sub>	89
По концентрации CO <sub>2</sub>	Не достигается
По концентрации CO	Не достигается
По концентрации HCl	Не достигается

*Результаты расчета времени блокирования эвакуационных выходов (Сценарий С3)*

Параметр	Значение
Высота	1,7
Время блокирования:	
По повышенной температуре	44
По потере видимости	32
По пониженному содержанию O <sub>2</sub>	66
По концентрации CO <sub>2</sub>	Не достигается
По концентрации CO	Не достигается
По концентрации HCl	Не достигается

*Результаты расчета времени блокирования эвакуационных выходов (Сценарий С4)*

Параметр	Значение
Высота	1,7
Время блокирования:	
По повышенной температуре	34
По потере видимости	22
По пониженному содержанию O <sub>2</sub>	50
По концентрации CO <sub>2</sub>	Не достигается
По концентрации CO	Не достигается
По концентрации HCl	Не достигается



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ЗОНЫ РАЗРУШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
БЛОКАХ ПЛОЩАДКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ**

Рисунок Д.1. Зоны разрушения в блоке сепараторов

Основные исходные данные для расчета:  
Погодные условия – штиль. Программный комплекс "Токсит"

Условные обозначения

Таблица радиусов разрушений при реализации аварии С1-РВ – взрыв газовоздушного облака (ранний взрыв)

Обозначение	Характер разрушения	Давление ударной волны, кПа	Радиус разрушения, м
R6	Частичное разрушение остекления зданий. Возможны легкие повреждения от осколков	3	11

Таблица радиусов разрушений при реализации аварии С1–ПВ – взрыв парогазового облака (поздний взрыв)










	Обозначение	Характер разрушения	Давление ударной волны, кПа	Радиус разрушения, м
	Пагуяч R2	R2 50%-ное разрушение зданий. Лепальный исход вероятен	53	17,0
	Пагуяч R3	R3 Серьезные повреждения тканей лепальный исход возможен	28	25,0
	Пагуяч R4	R4 Умеренные повреждения зданий, полное разрушение остекления. Временная потеря слуха, легкие травмы	12	44,0
	Пагуяч R5	R5 Минимальное разрушение зданий. Возможны легкие травмы от осколков.	5	98,0
	Пагуяч R6	R6 Минимальное разрушение зданий. Возможны легкие травмы от осколков.	3	203,0

Таблица радиусов интенсивности теплового излучения при реализации аварии С1 – пожар пролива

	Обозначение	Характер действия интенсивности теплового излучения на персонал	Интенсивность теплового излучения	Расстояние до теплового потока, м
	Рагуус R1	R1 Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4 кВт/м <sup>2</sup>	34
	Рагуус R2	R2 Безопасно для человека в брезентовой одежде, кратковременное пребывание без последствий без спецодежды	4,2 кВт/м <sup>2</sup>	18
	Рагуус R3	R3 Непереносимая боль через 20–30 с ожог II степени через 30–40 с	7,0 кВт/м <sup>2</sup>	12,4
	Рагуус R4	R4 Непереносимая боль через 3–5 с ожог II степени через 12–16 с	10,5 кВт/м <sup>2</sup>	9

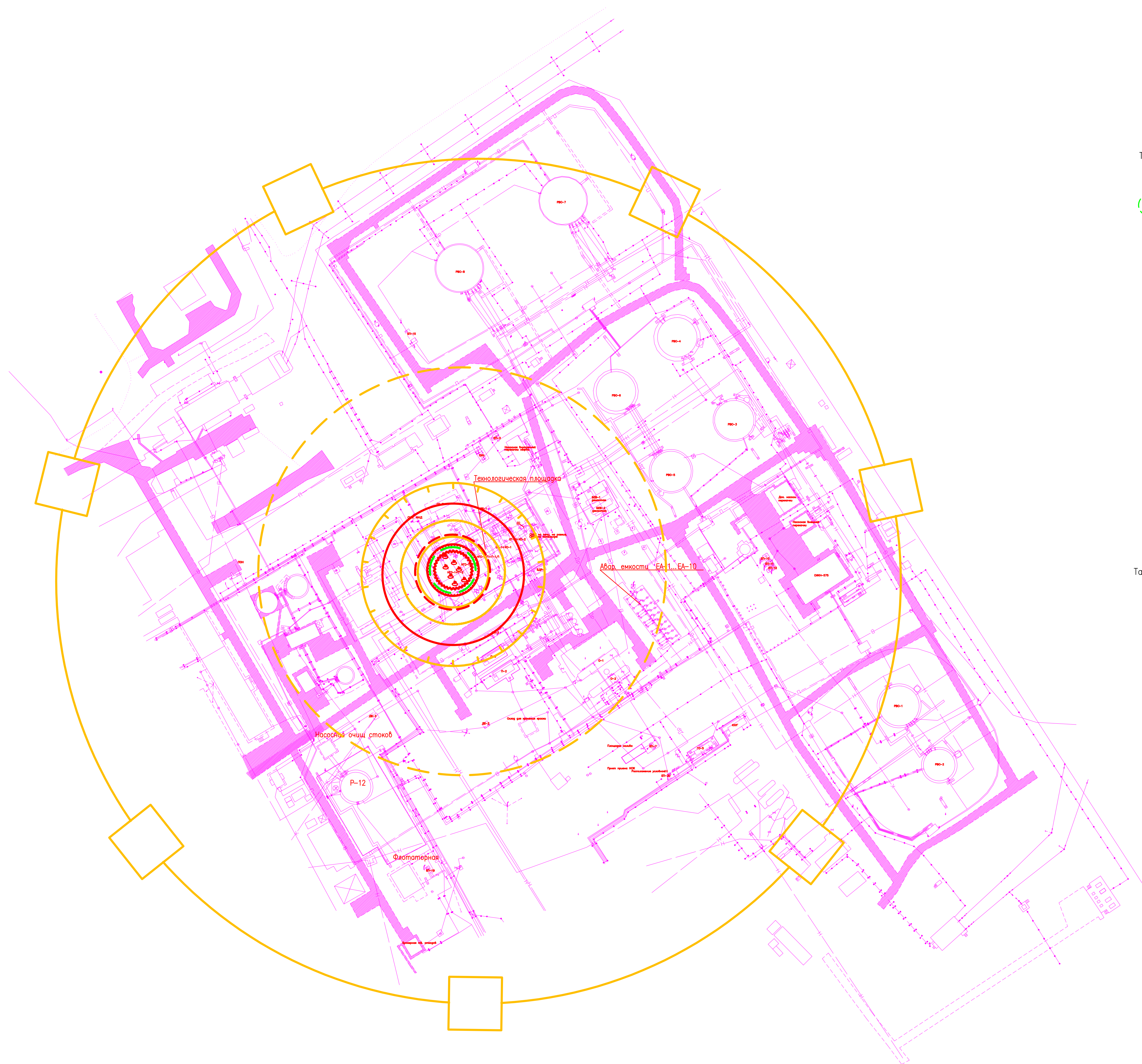




Рисунок Д.2. Зоны разрушения в блоке печей

Основные исходные данные для расчета:  
Погодные условия – штиль. Программный комплекс "Токсит"

Условные обозначения

Таблица радиусов разрушений при реализации аварии С1-ПВ – взрыв парогазового облака (поздний взрыв)





	Обозначение	Характер разрушения	Давление ударной волны, кПа	Радиус разрушения, м
	Paguyr R3	R3 Серьезные повреждения тканей летального исхода возможен	28	8
	Paguyr R4	R4 Умеренные повреждения тканей, полное разрушение остекления. Временная потеря слуха, легкие травмы	12	27
	Paguyr R5	R5 Минимальное разрушение тканей. Возможны легкие травмы от осколка.	5	60
	Paguyr R6	R6 Минимальное разрушение тканей. Возможны легкие травмы от осколка.	3	92

Таблица радиусов интенсивности теплового излучения при реализации аварии С1 – пожар пролива





	Обозначение	Характер действия интенсивности теплового излучения на персонал	Интенсивность теплового излучения	Расстояние до теплового потока, м
	Р4уыз	Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4 кВт/м <sup>2</sup>	34
	Р2уыз	Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2 кВт/м <sup>2</sup>	18
	Р3уыз	Кратковременное пребывание без последствий без спецодежды	7,0 кВт/м <sup>2</sup>	12
	Р4уыз	Непереносимая боль через 3–5 с ожог II степени через 12–16	10,5 кВт/м <sup>2</sup>	9





Рисунок Д.3. Зоны разрушения на РВС-5000

Основные исходные данные для расчета:  
Погодные условия – штиль. Программный комплекс "Токсит"  
Условные обозначения

Таблица радиусов разрушений при реализации аварии С1–ПВ – взрыв парогазового облака (поздний взрыв)

Обозначение	Характер разрушения	Давление ударной волны, кПа	Радиус разрушения, м
Радиус R2	50%-ное разрушение зданий. Летальный исход вероятен. Повреждения тканей, летальный исход возможен	53	35
Радиус R3	Умеренные повреждения зданий, полное разрушение остекления. Временная потеря слуха, легкие травмы	28	55
Радиус R4	Минимальное разрушение зданий. Возможны легкие травмы от осколков.	12	96
Радиус R5	Минимальное разрушение зданий. Возможны легкие травмы от осколков.	5	184
Радиус R6	Минимальное разрушение зданий. Возможны легкие травмы от осколков.	3	280

Таблица радиусов интенсивности теплового излучения при реализации аварии С1 – пожар пролива

Обозначение	Характер действия интенсивности теплового излучения на персонал	Интенсивность теплового излучения, кВт/м²	Расстояние до теплового потока, м
Радиус R1	Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4	64
Радиус R2	Безопасно для человека в брезентовой одежде; кратковременное пребывание без последствий без спецодежды	4,2	33
Радиус R3	с ожогом II степени через 30–40 с	7,0	22
Радиус R4	Непереносимая боль через 3–5 с ожогом II степени через 12–16 с	10,5	21

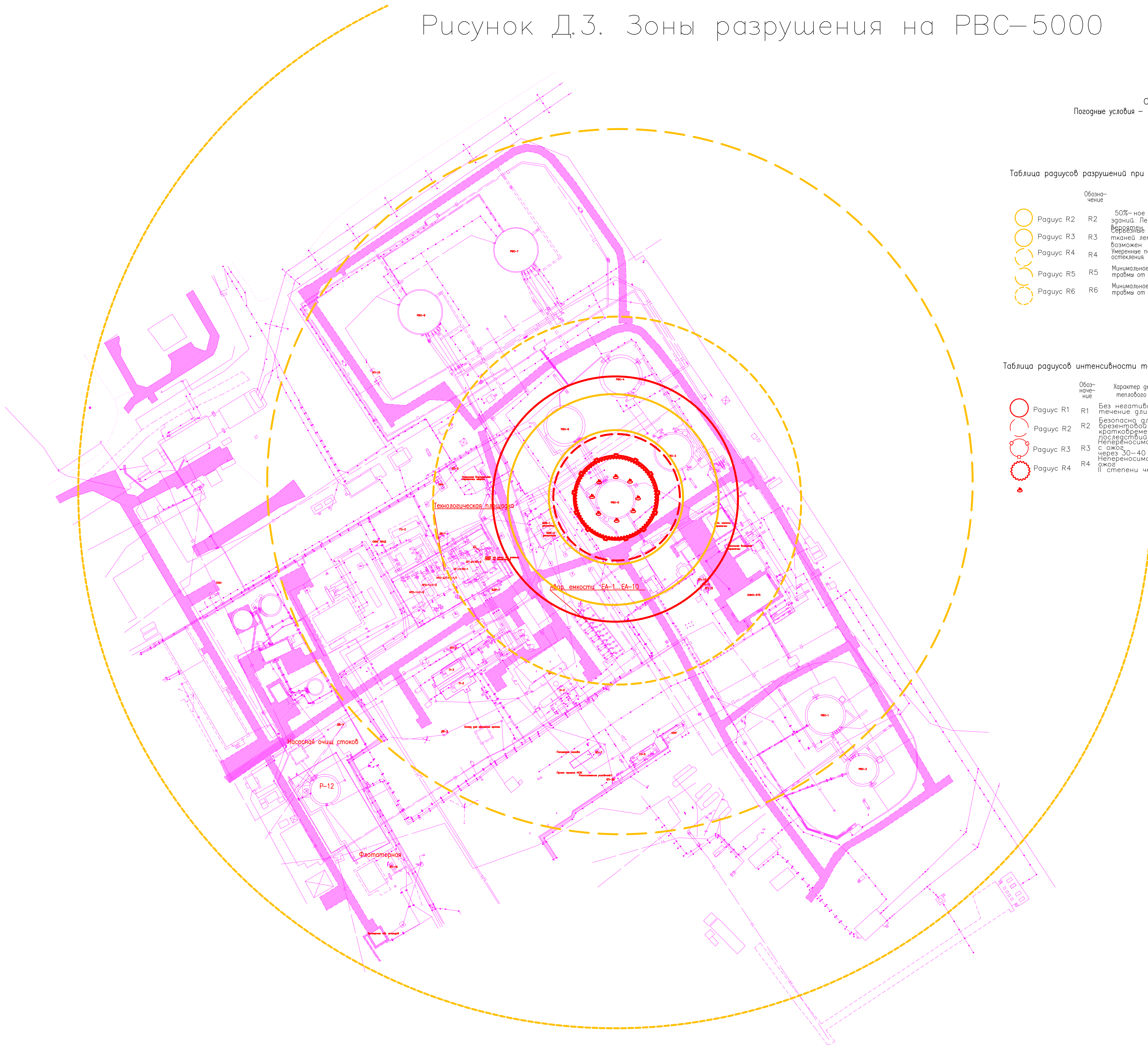
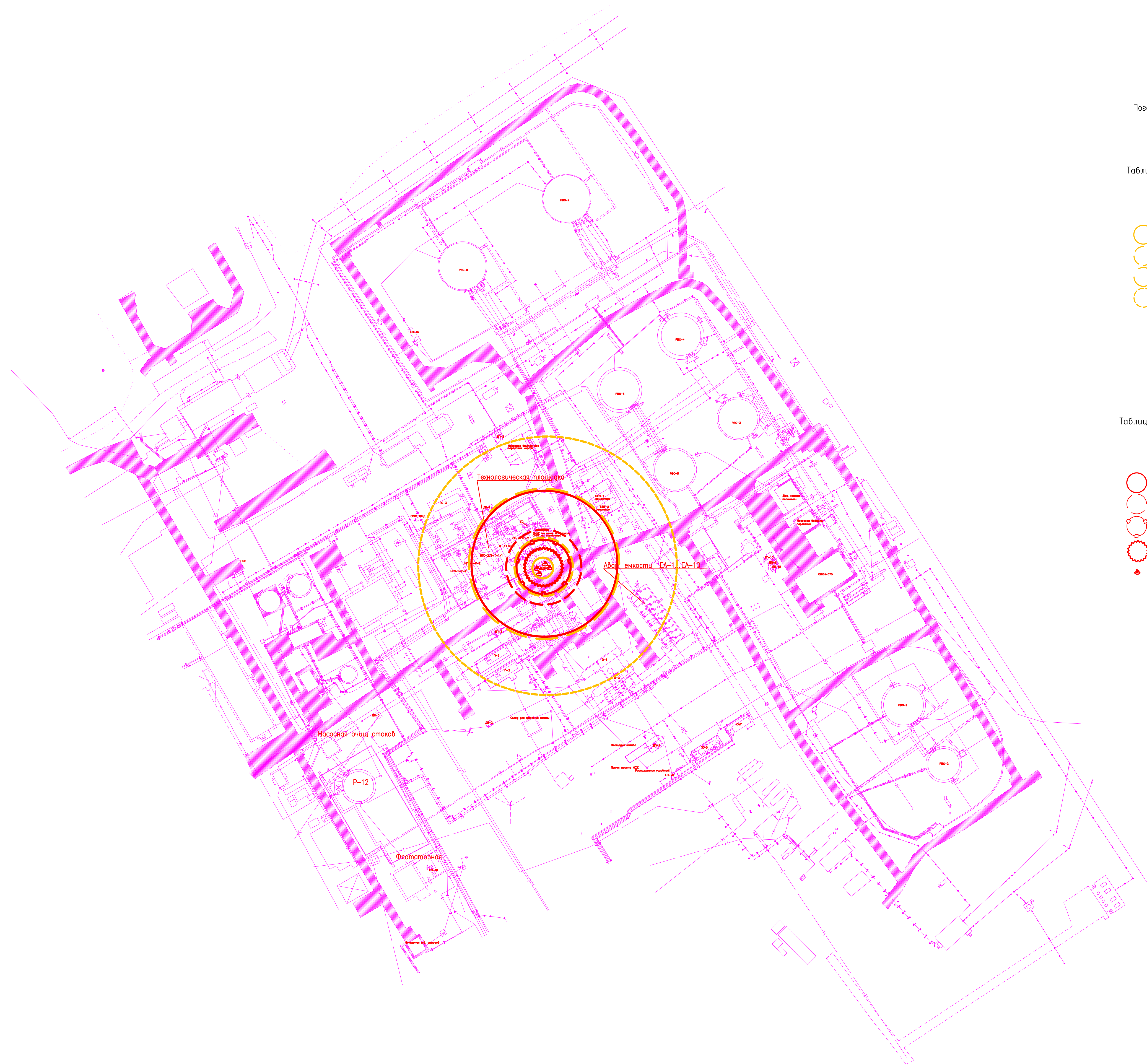




Рисунок Д.4. Зоны поражения в реагентном блоке



Основные исходные данные для расчета:  
Погодные условия – штиль. Программный комплекс "Токсит"  
Условные обозначения

Таблица радиусов разрушений при реализации аварии С1–ПВ – взрыв парогазового облака (поздний взрыв)





Обозначение	Характер разрушения	Давление ударной волны, кПа	Радиус разрушения, м
 Paguyс R3	R3 Серьезные повреждения тканей летального исхода возможен	28	5
 Paguyс R4	R4 Умеренные повреждения тканей, полное разрушение ослепление, временная потеря слуха, легкие травмы	12	14
 Paguyс R5	R5 Минимальное разрушение тканей. Возможны легкие травмы от осколков	5	36
 Paguyс R6	R6 Минимальное разрушение тканей. Возможны легкие травмы от осколков	3	62

Таблица радиусов интенсивности теплового излучения при реализации аварии С1 – пожар пролива





	Обозначение	Характер действия интенсивности теплового излучения на персонал	Интенсивность теплового излучения	Расстояние до теплового потока, м
	Рагуис R1	R1 Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4 кВт/м <sup>2</sup>	35
	Рагуис R2	R2 Безопасно для человека в безразмерной одежде	4,2 кВт/м <sup>2</sup>	18
	Рагуис R3	R3 кратковременное пребывание без последствий без спецодежды	7,0 кВт/м <sup>2</sup>	13
	Рагуис R4	R3 непереносимая боль через 20–30 с ожогов II степени R4 непереносимая боль через 3–5 с ожогов II степени через 12–16 с	10,5 кВт/м <sup>2</sup>	9



Рисунок Д.5. Зоны разрушения в насосном блоке

Основные исходные данные для расчета:  
Погодные условия – штиль. Программный комплекс "Токсик".  
Условные обозначения

Таблица радиусов разрушений при реализации аварии С2–ПВ – взрыв парогазового облака (поздний взрыв)

Обозначение	Характер разрушения	Давление ударной волны, кПа	Радиус разрушения, м
Радиус R3	Р3 Серьезные повреждения тканей, летальный исход	28	8
Радиус R4	Р4 Умеренные повреждения зданий, полное разрушение остекления. Возможна временная потеря слуха, легкие травмы	12	26
Радиус R5	Р5 Минимальное разрушение зданий. Возможны легкие травмы от осколков	5	61
Радиус R6	Р6 Минимальное разрушение зданий. Возможны легкие травмы от осколков	3	93

Таблица радиусов интенсивности теплового излучения при реализации аварии С2 – пожар пролива

Обозначение	Характер действия интенсивности теплового излучения на персонал	Интенсивность теплового излучения	Расстояние до теплового потока, м
Радиус R1	Р1 Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4 кВт/м²	23
Радиус R2	Р2 Безопасно для человека в брезентовой одежде, кратковременное пребывание без последствий без спецодежды	4,2 кВт/м²	12
Радиус R3	Р3 Непереносимая боль через 20–30 с ожог II степени через 30–40 с	7,0 кВт/м²	8
Радиус R4	Р4 Непереносимая боль через 3–5 с ожог II степени через 12–16 с	10,5 кВт/м²	6

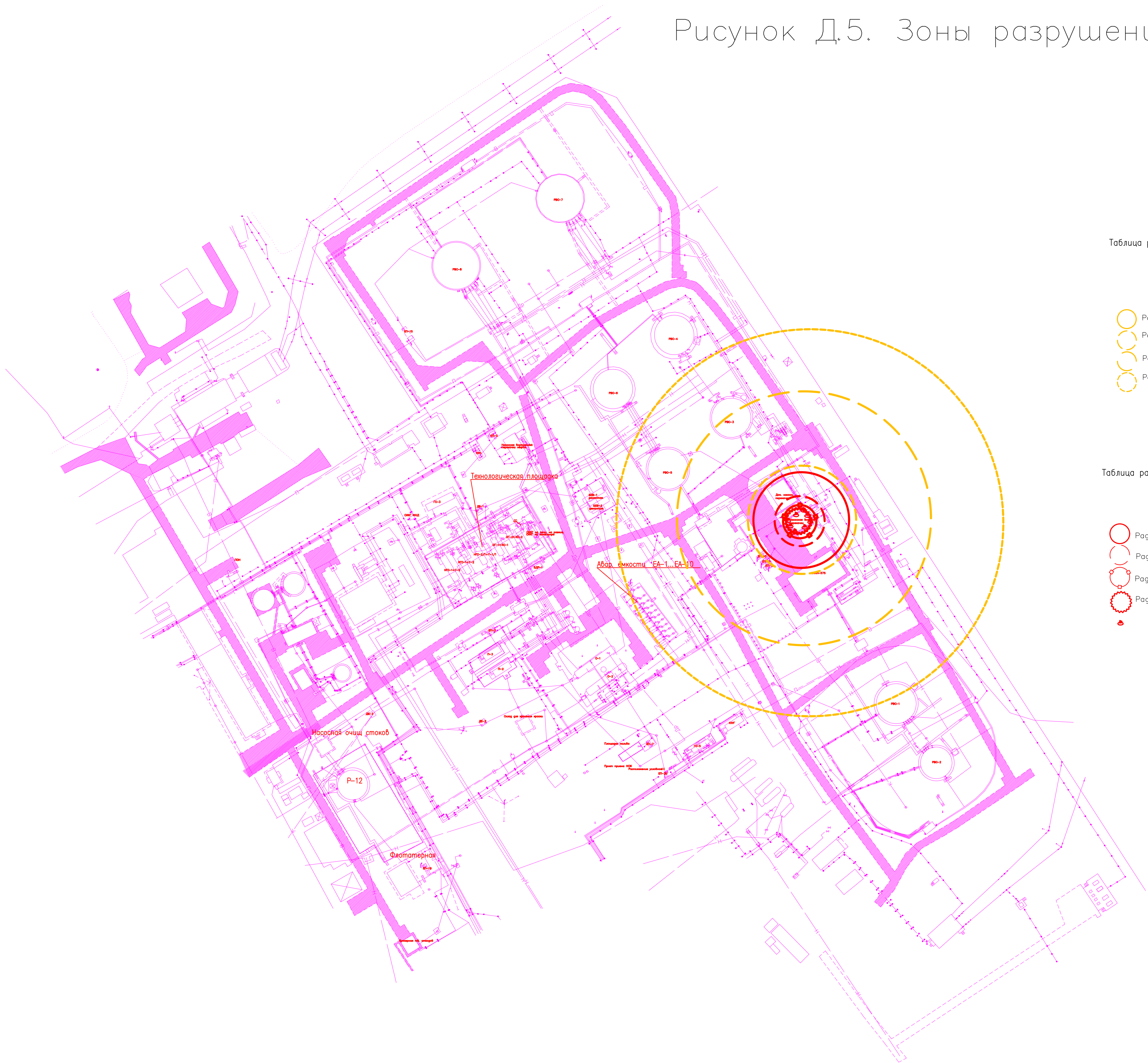








Рисунок Д.6. Зоны разрушения на СИКН

Основные исходные данные для расчета:  
Погодные условия – штиль. Программный комплекс "Токсит"  
Условные обозначения

Таблица радиусов разрушений при реализации аварии С2-ПВ – взрыв парогазового облака (поздний взрыв)

Обозначение	Характер разрушения	Давление ударной волны, кПа	Радиус разрушения, м
Р3	Резкие повреждения тканей летальный исход возможен	28	9
Р4	Умеренные повреждения зондирование полное разрушение остижения. Временная потеря слуха, легкие травмы	12	28
Р5	Минимальное разрушение зондирование. Возможны легкие травмы от осколков.	5	64
Р6	Минимальное разрушение зондирование. Возможны легкие травмы от осколков.	3	97

Таблица радиусов интенсивности теплового излучения при реализации аварии С2 – пожар пролива

Обозначение	Характер действия интенсивности теплового излучения на персонал	Интенсивность теплового излучения	Расстояние до теплового потока, м
 Радуга R1	Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4 кВт/м	24
 Радуга R2	Безопасна для человека в брезентовой одежде, кратковременное пребывание без последствий без спецодежды	4,2 кВт/м	13
 Радуга R3	Непереносима боль через 20–30 с ожог II степени через 30–40 с	7,0 кВт/м	8
 Радуга R4	Непереносима боль через 3–5 с ожог II степени через 12–16 с	10,5 кВт/м	6

